Ref 81B

ORGANISATION EUROPÉENNE ET MÉDITERRANÉENNE
POUR LA PROTECTION DES PLANTES

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN
PLANT PROTECTION ORGANISATION

★

RAPPORT

de la Conférence Internationale sur la

LUTTE CONTRE LES MAMMIFÈRES NUISIBLES

(Londres, 30 septembre — 3 octobre 1958)

REPORT

of the International Conference on

HARMFUL MAMMALS AND THEIR CONTROL

Février 1959
PARIS
142, avenue des Champs-Élysées

COMMONWEALTH BUREAUX
31 MAR 1959

RAPPORT

de la Conférence Internationale sur la lutte contre les mammifères nuisibles

(Londres, 30 septembre — 3 octobre 1958)

REPORT

of the International Conference on Harmful Mammals and their Control

---

La publication du présent rapport a été approuvée par le Comité exécutif de l'Organisation.

Publication of this report has been approved by the Executive Committee of the Organisation.

ORGANISATION EUROPÉENNE ET MÉDITERRANÉENNE POUR LA PROTECTION DES PLANTES

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANISATION

PARIS

Conférence Internationale sur la lutte contre les mammifères nuisibles

(Londres, 30 septembre - 3 octobre 1958)

International Conference on Harmful Mammals and their Control

DÉLÉGUÉS — DELEGATES

Belgique	MM. VAN MELCKEBEKE	*Ministère de l'agriculture*, Bruxelles.
	J. BERNARD	*Station d'entomologie de l'État*, Gembloux.
Danemark	H. WICHMAND	*Laboratoire pour la lutte contre l'infestation*, Springforbi.
France	J. GIBAN	*Institut national de la recherche agronomique*, Versailles.
Irlande	E. SHEEHY	*Département de l'agriculture*, Dublin.
Israël	Y. NAPHTALI	*Division de la protection des végétaux*, Jaffa.
Italie	R. ZOCCHI	*Station d'entomologie agricole*, Florence.
Pays-Bas	A. J. OPHOF	*Ministère de l'agriculture*, La Haye.
Portugal	J. P. P. AMARO	*Direction générale des services agricoles*, Lisbonne.
Royaume-Uni	E. W. BENTLEY	*Laboratoire pour la lutte contre l'infestation du Ministère de l'agriculture*, Londres.
	I. THOMAS	*Laboratoire pour la lutte contre l'infestation du Ministère de l'agriculture*, Londres.
	H. V. THOMPSON	*Laboratoire pour la lutte contre l'infestation du Ministère de l'agriculture*, Londres.
	Mlle M. BOYLE	*Département de l'agriculture pour l'Écosse*, Édimbourg.
Suède	MM. A. STENMARK	*Institut pour la protection des végétaux*, Stockholm.
Suisse	R. MURBACH	*Stations fédérales d'essais agricoles*, Lausanne.
Union soviétique	I. J. POLYAKOV	*Institut central de recherches phytosanitaires*, Léningrad.

Organisations internationales
(Observateur)

H. RENAUD	*Confédération européenne d'études phytosanitaires* (CEP).
	Commission internationale des industries agricoles (CIIA).

OEPP

V. E. WILKINS	*Directeur général, président de la Conférence.*
L. W. D. CAUDRI	*Directeur scientifique.*

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES DÉLÉGUÉS 3

RAPPORT DE LA CONFÉRENCE ET RECOMMANDATIONS 6

ANNEXE A : *DÉBATS* 10

I. *EFFICACITÉ COMPARÉE DES RODENTICIDES ANTICOAGULANTS* 10

Essais sur les rodenticides anticoagulants (E. W. BENTLEY) 10

Résumé de la discussion 12

La lutte contre les rats dans les fermes à l'aide des poisons de piste (J. GIBAN) 12

Résumé de la discussion 14

Essais de laboratoire sur les anticoagulants présentés en appâts

Méthode d'essai en laboratoire des raticides anticoagulants utilisés sous forme d'appât empoisonné (J. GIBAN) 16

Les tests biologiques des rodenticides chroniques employés dans les appâts (E. W. BENTLEY) 22

Essais des anticoagulants aux Pays-Bas (F. E. LOOSJES) 24

Bioessais de certains rodenticides au Danemark (H. WICHMAND) 26

Résumé de la discussion 28

II. *LUTTE CONTRE LES CAMPAGNOLS* 30

Emploi de l'endrin et du toxaphène dans la lutte contre les campagnols (Microtus agrestis) *en Grande-Bretagne* (R. A. DAVIS) 30

Emploi des insecticides dans la lutte contre les rongeurs au Danemark (H. WICHMAND) 34

Résumé de la discussion 36

III. *PRÉVISIONS DES POPULATIONS DE RONGEURS* 38

Les prévisions des populations de rongeurs (I. J. POLYAKOV) 38

Méthodes utilisées en Belgique pour le recensement des populations de Microtus arvalis *Pall.* (J. BERNARD) 48

Résumé de la discussion 52

IV. *LUTTE CONTRE LES SCIURIDÉS* 54

La lutte contre les spermophiles en URSS (I. J. POLYAKOV) 54

Les écureuils en Grande-Bretagne et les mesures de lutte (M. VIZOSO) 58

Résumé de la discussion 62

V. *MYXOMATOSE* 64

État actuel de la myxomatose en Angleterre (H. V. THOMPSON) 64

Évolution de la myxomatose en France (J. GIBAN) 68

Résumé de la discussion 70

ANNEXE B : *PROTOCOLE D'ESSAI DE LABORATOIRE DE SUBSTANCES ANTICOAGULANTES SUR RATS ET SOURIS* 72

CONTENTS

LIST OF DELEGATES 3

REPORT OF THE CONFERENCE AND RECOMMENDATIONS 7

APPENDIX A : *DISCUSSIONS* 11

I. *COMPARATIVE EFFICIENCY OF ANTI-COAGULANT RODENTICIDES* 11

Trials with anti-coagulant rodenticides (E. W. BENTLEY) 11

Summary of Discussion 13

Control of farm rats by tracking poisons (J. GIBAN) 13

Summary of Discussion 15

Laboratory testing of anti-coagulants in baits

Laboratory trial method of anti-coagulant rodenticides in the form of poisoned bait (J. GIBAN) 17

The bioassay of chronic rodenticides used in food-baits (E. W. BENTLEY) 23

Testing of anti-coagulant rodenticides in the Netherlands (F. E. LOOSJES) 25

Bioassay of some rodenticides in Denmark (H. WICHMAND) 27

Summary of Discussion 29

II. *CONTROL OF VOLES* 31

Use of endrin and toxaphene for the control of short-tailed voles (Microtus agrestis) *in Britain* (R. A. DAVIS) 31

The use of insecticides for rodent control in Denmark (H. WICHMAND) 35

Summary of Discussion 37

III. *FORECASTING RODENT POPULATIONS* 39

Forecasting of rodent populations (I. J. POLYAKOV) 39

Methods used in Belgium for estimating populations of Microtus arvalis *Pall.* (J. BERNARD) 49

Summary of Discussion 53

IV. *CONTROL OF SQUIRRELS* 55

Ground squirrel control in the USSR (I. J. POLYAKOV) 55

Squirrels and their control in Britain (M. VIZOSO) 59

Summary of Discussion 63

V. *MYXOMATOSIS* 65

Rabbits : the present myxomatosis position in England and Wales (H. V. THOMPSON) 65

The development of myxomatosis in France (J. GIBAN) 69

Summary of Discussion 71

APPENDIX B : *AGREED LABORATORY METHOD FOR ESTIMATING THE CHRONIC TOXICITY OF ANTI-COAGULANTS TO RATS AND MICE*..... 73

ORGANISATION EUROPÉENNE ET MÉDITERRANÉENNE POUR LA PROTECTION DES PLANTES

Conférence Internationale sur la lutte contre les mammifères nuisibles

Londres, 30 septembre - 3 octobre 1958

RAPPORT

A M. LE PRÉSIDENT DU COMITÉ EXÉCUTIF

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

1. Nous nous sommes félicités, en tant que spécialistes de la lutte contre les rongeurs, de l'initiative prise par l'OEPP en vue de nous réunir pour examiner nombre de questions d'intérêt commun. La production tant agricole que forestière subit, du fait des lapins et des rongeurs nuisibles (écureuils, rats, souris, campagnols, etc.), des pertes dont l'importance est au total considérable. En ce qui concerne par exemple le lapin de garenne, plusieurs pays ont eu récemment la surprise de constater — à la faveur de l'épizootie de myxomatose qui eut pour effet, pendant quelque temps, de réduire au minimum les populations de ce ravageur — quel était l'ordre réel de grandeur des dégâts causés par le fléau dans les cultures et les pâturages.

2. Il se trouve d'autre part que nous disposons, depuis la dernière guerre mondiale, d'un certain nombre de poisons nouveaux dont l'efficacité contre des ravageurs tels que les rats, les souris et les campagnols dépasse de beaucoup celle des produits antérieurement connus. L'existence de ces moyens d'action ouvre donc de nouvelles possibilités de lutte. Mais comme ces substances ne sont pas toujours sans danger pour les animaux utiles, voire pour l'homme, il est indispensable d'en étudier de très près l'action avant d'être en droit d'en recommander l'emploi dans des conditions suffisantes de sécurité. Les recherches et les expériences pratiques à ce sujet se poursuivent dans de nombreux pays, mais les chercheurs intéressés ont peu d'occasions de se réunir pour étudier leurs problèmes, si bien qu'on ne saurait trop souligner l'intérêt de rencontres telles que notre conférence de Londres, qui permettent de comparer les méthodes employées et les résultats obtenus.

3. Le contenu de nos échanges de vues, presque exclusivement de caractère technique, ne saurait être résumé dans un simple texte de présentation. Aussi lira-t-on à l'Annexe A le texte des communications présentées à la Conférence, ainsi que l'analyse des diverses discussions auxquelles elles ont donné lieu. Il a notamment été question des produits anticoagulants (groupe de composés dont l'ingestion risque, en réduisant la coagulabilité du sang, de provoquer en cas de lésions externes ou internes des hémorragies mortelles), ce qui a permis de constater que pour mesurer l'efficacité des différents composés en question, il serait utile de recourir à des méthodes uniformes. L'accord s'est fait sur celle qui est exposée en détail à l'Annexe B. Nous espérons que les chercheurs des différents pays l'adopteront pendant un certain temps et informeront ensuite l'OEPP des résultats qu'ils auront obtenus.

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANISATION

International Conference on Harmful Mammals and their Control

London, September 30 - October 3, 1958

REPORT

TO THE CHAIRMAN OF THE EXECUTIVE COMMITTEE

SIR,

1. As a group of specialists working in the field of rodent control, we were very glad to be able to take advantage of the opportunity provided by your Organisation, to meet together and discuss numerous problems of mutual interest. Rabbits and rodents such as squirrels, rats, mice and voles cause in the aggregate very heavy losses, both in agriculture and forestry. Several countries have recently discovered with surprise how great was the damage which rabbits, for example, were doing to crops and pasture, when the incidental outbreak of myxomatosis disease succeeded for a time in reducing their numbers to a minimum.

2. Moreover, since the last World War a number of new poisons have been developed, much more effective in killing harmful rodents such as rats, mice and voles than anything previously existing. New possibilities for controlling these pests have thereby been opened up. But these poisons, which may be dangerous also to useful animals and to men, need to be studied with care before their use can be recommended and adequate safeguards established. Laboratory and field research is going on in many countries, but the workers concerned have very few opportunities for discussing their problems. It is extremely helpful when they can meet together, as at the London conference, and compare their research methods and results.

3. Our discussions were almost entirely technical in character, and not such as to lend themselves to summarising in a covering report. In Appendix A we have reproduced the papers presented to the Conference, and summarised the discussions which followed the reading of each paper or group of papers. In dealing with anti-coagulant rodenticides — a group of compounds which may cause death by reducing the capacity of the blood to coagulate in the case of internal or external injuries — it became clear that the adoption of a uniform method of testing the efficiency of these substances would make for progress. It was found possible to secure agreement on such a method, and this is reproduced in detail as Appendix B. We trust that research workers who are studying these rodenticides in the various countries will follow this method for a period, and inform EPPO of the results.

4. L'établissement de pronostics relatifs aux populations de rongeurs a été l'objet d'utiles échanges de vues. On sait que chez la plupart des animaux sauvages, et notamment chez les petits animaux tels que les rongeurs nuisibles qui nous intéressent ici, il existe des années de reproduction maximum dont le cours normal, en général cyclique, est souvent affecté par l'intervention d'autres facteurs, naturels ou non. Il serait incontestablement utile de se trouver par exemple en mesure de prédire, à tel moment, une augmentation considérable des populations d'un rongeur déterminé, comme le campagnol ou le spermophile. Il a été proposé, au cours de nos débats, de faire suivre cette question par les spécialistes compétents des États membres de l'OEPP, lesquels seraient invités à faire connaître, dans leurs rapports annuels à l'Organisation sur l'incidence des rongeurs ennemis des cultures, leurs pronostics relatifs à la prolifération de ces ravageurs l'année suivante. Ainsi il devrait être possible, après un certain nombre d'années, de comparer les pronostics et les chiffres effectifs et d'élaborer une méthode de prévision suffisamment précise, ce qui permettrait aux services officiels responsables de se préparer dans de meilleures conditions aux mesures à prendre pendant les saisons marquées par une prolifération exceptionnelle de rongeurs.

5. Il a déjà été question de la myxomatose du lapin. Les deux communications consacrées à cette question ainsi que la discussion ultérieure montrent qu'il reste beaucoup à faire pour compléter nos connaissances sur le virus spécifique de cette maladie. Il faut bien reconnaître d'autre part que le lapin de garenne revient massivement, et menace de nouveau gravement la production agricole. En l'occurrence il convient de souligner que les spécialistes de la myxomatose et de la lutte contre le lapin auraient le plus grand intérêt à suivre, dans les divers pays, l'incidence annuelle de la maladie ; nous espérons qu'à cet effet l'OEPP estimera possible de faire appel au concours de l'Office international des épizooties.

6. Enfin nous croyons devoir attirer l'attention sur les risques qui découlent de l'emploi contre les rongeurs de certains insecticides comme l'endrin. Les communications consacrées aux campagnols (voir Annexe A II) font état de ce problème. Nous sommes convaincus que les fabricants de ces produits, dont l'efficacité contre les insectes est éprouvée, désapprouveraient leur utilisation contre les rongeurs en l'absence de précautions de nature à garantir la sécurité des animaux utiles. Il appartient aux chercheurs dans ce domaine de déterminer les précautions qui s'imposent ou, à défaut, de mettre en garde les utilisateurs de ces produits chaque fois qu'il apparaît impossible d'éviter d'exposer d'autres espèces à leur action.

7. Nous exprimons notre reconnaissance à M. le Ministre anglais de l'agriculture, qui a bien voulu nous autoriser à tenir notre conférence à Londres, et tenons à remercier chaleureusement M. H.N.White, le Dr I. Thomas ainsi que leurs collègues de la Division de lutte contre l'infestation, d'avoir veillé avec tant de soin à l'organisation matérielle d'une réunion que nous considérons pour notre part comme particulièrement féconde.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur le Président, l'expression de nos sentiments respectueux.

Signé au nom des délégués à la Conférence :

V. E. WILKINS

(Président).

Novembre 1958.

142, avenue des Champs-Élysées, Paris.

4. There were useful discussions on the forecasting of rodent populations. Most wild animals, and particularly the smaller animals such as the harmful rodents with which we were specially concerned, have years of maximum production which usually tend to run in cycles, but are often interfered with by natural or artificial causes. It would clearly be of very great advantage if it were possible to forecast a considerable increase in the population of a harmful rodent such as the vole or ground squirrel. In the discussion of this subject it was suggested that the specialists concerned in the member countries of EPPO should pay attention to this matter, and in the reports which they send annually to the Organisation dealing with rodent pests of crops should forecast the incidence of such pests in the following year. Over a period of years, by checking such forecasts against what actually occurred, it should be possible to build up a moderately accurate system of forecasting, which would enable the official services to prepare more easily to deal with such serious outbreaks of rodent pests as occur from time to time.

5. We have already referred to the myxomatosis disease of rabbits. From the two papers presented on this subject, and the ensuing discussion, it is clear that much remains to be learned about the causal virus of this disease. Moreover, the fact must be faced that the rabbit pest, with its serious threat to agriculture, is in process of becoming re-established. It would be of great help if those who are concerned with the study of myxomatosis and with methods of controlling rabbits could be made aware of the annual incidence of the disease in the various countries, and we trust that EPPO may feel able to approach the International Office of Epizootics for assistance in this connection.

6. Finally we must draw attention to the risks involved in the use, for rodent control purposes, of certain insecticides, such as endrin. Reference to this matter is made in the papers on voles (see, Appendix A II) presented to the Conference. We feel quite sure that the manufacturers of these efficient insecticides would deprecate their use for rodent control unless adequate safeguards against the destruction of useful animals are taken. Research workers in this field have a responsibility for devising such safeguards, or of advising against the use of the products when risk to other forms of life appears inevitable.

7. We are indebted to the Minister of Agriculture, Fisheries and Food for England and Wales for allowing our Conference to be held in London, and we would record our grateful thanks to Mr H. N.White and Dr I. Thomas and their colleagues in the Ministry's Infestation Control Division for the efficient organisation of what to us was a highly successful meeting.

We have the honour to be, Sir,

Your obedient servants,

Signed on behalf of the Conference :

V. E. WILKINS

(Chairman).

November 1958.

142, avenue des Champs-Élysées, Paris.

ANNEXE A

Débats

I. EFFICACITÉ COMPARÉE DES RODENTICIDES ANTICOAGULANTS

PREMIÈRE COMMUNICATION

Essais sur les rodenticides anticoagulants

par **E. W. BENTLEY** *(Royaume-Uni)*

En bref, nous avons expérimenté les 5 rodenticides suivants du point de vue de leur efficacité comparée à celle du coumafène :

1. Coumachlore } Homologues du coumafène
2. Fumarine }
3. Alpha-naphthyl-indandione
4. 2-isovaléryl — 1,3-indandione
5. Diphénylacétyl indandione (= diphacinone).

Ces essais ont été effectués sur *Rattus norvegicus* [*Rn*], *Rattus rattus* [*Rr*] et *Mus musculus* [*Mm*] pris dans la nature : tests de toxicité — chronique dans la plupart des cas, et aiguë pour certains — et tests d'acceptation. Les produits se révélant les plus prometteurs en laboratoire ont été essayés sur le terrain. Les résultats détaillés seront publiés ultérieurement, mais dans l'ensemble les constatations ont été les suivantes :

1. Le COUMACHLORE est moins efficace contre *Rn* que le coumafène. Même à la dose de 0,05 % il demande plus longtemps (5 jours de consommation) que le coumafène à 0,005 % (3 jours) pour empoisonner un rat. Il est en outre moins bien accepté que le coumafène, même à la dose de 0,025 %. Nous n'avons pas procédé à de nombreux essais sur *Rr*, mais le coumachlore se révèle plus prometteur contre cette espèce que contre *Rn*.
2. La FUMARINE est, pour la plupart des applications pratiques, d'une toxicité et d'une acceptation presque identiques à celles du coumafène contre *Rn* et *Rr* à la dose de 0,005 % comme à celle de 0,025 % ; s'il existe une légère différence d'efficacité, elle est en faveur du coumafène. La fumarine à 0,025 % semble légèrement moins efficace contre *Mm* que le coumafène.
3. L'ALPHA-NAPHTHYL-INDANDIONE est moins toxique contre *Rn* que le coumafène à 0,005 %, même à une concentration dix fois supérieure (0,05 %). Elle a donc peu de chances d'être bien acceptée par les rats (ou d'être de fabrication économique) à toute concentration occasionnant une importante mortalité.
4. La 2-ISOVALERYL—1,3-INDANDIONE à 0,025 % est presque aussi toxique que le coumafène à 1/5 de cette concentration (0,005 %) contre *Rn*, mais elle est beaucoup moins bien acceptée. Elle ne convient donc pas comme rodenticide contre le surmulot, et n'est pas prometteur contre *Rr*.

APPENDIX A

Discussions

I. COMPARATIVE EFFICIENCY OF ANTI-COAGULANT RODENTICIDES

FIRST PAPER

Trials with Anti-coagulant Rodenticides

by ***E. W. BENTLEY*** *(United Kingdom)*

Briefly we have been testing the efficiency of the following 5 rodenticides in comparison with warfarin :

1. Coumachlor } Homologues of warfarin.
2. Fumarin }
3. Alpha-naphthyl-indandione.
4. 2-isovaleryl — 1.3-indandione.
5. Diphenylacetyl indandione (= diphacinone).

Trials have been carried out with wild *Rattus norvegicus* [*Rn*], *Rattus rattus* [*Rr*] and *Mus musculus* [*Mm*] : toxicity tests — mostly chronic but some acute — and palatability tests. Field trials were carried out with the most promising. Detailed results will be published but, in general :

1. COUMACHLOR is less effective against *Rn* than warfarin. Even at 0.05 % it takes longer to kill (5 days feeding) than warfarin at 0.005 % (3 days feeding). Yet at 0.025 % it is significantly less palatable than warfarin. We have not carried out extensive tests against *Rr* but it is more promising against this species than against *Rn*.

2. FUMARIN is, for most practicable purposes, almost identical in toxicity and palatability with warfarin against *Rn* and *Rr* at both 0.005 % and 0.025 % ; if there is a slight difference in effectiveness it is in favour of warfarin. Against *Mm* fumarin at 0.025 % seems to be slightly less effective than warfarin.

3. ALPHA-NAPHTHYL-INDANDIONE is less toxic against *Rn* than warfarin at 0.005 %, even at 10 times that concentration (0.05 %). It is therefore unlikely to be palatable to rats (or economical to produce) at any concentration at which it gives a good kill.

4. 2-ISOVALERYL — 1.3-INDANDIONE at 0.025 % is nearly as toxic as warfarin at 1/5th of the concentration (0.005 %) to *Rn* but is far more unpalatable. It is therefore unsuitable as a rodenticide against the common rat and not promising against *Rr*.

5. La DIPHENYLACETYL INDANDIONE (diphacinone) est approximativement deux fois plus toxique que le coumafène contre *Rn.* Elle est néanmoins un peu moins bien acceptée. Ces facteurs s'annulent. 0,0025 % de diphacinone est donc une bonne solution de rechange au coumafène à 0,005 %.

Contre *Rr* la diphacinone est environ 10 fois plus efficace que le coumafène. A 0,0025 % elle tue aussi rapidement que le coumafène à 0,025 %. A 0,0125 %, son effet léthal est plus rapide (6 à 7 jours) et elle est à peu près aussi bien acceptée. Nous sommes donc disposés à la recommander de préférence au coumafène — en prévenant toutefois les utilisateurs qu'elle exige d'être employée avec plus de précautions, étant vraisemblablement légèrement plus toxique pour les animaux domestiques et l'homme.

Contre *Mm,* la dose de 0,0125 % de diphacinone est approximativement aussi efficace que le coumafène à 0,025 %. Elle provoque la mort dans les mêmes délais d'absorption et le degré d'acceptation n'est pas moindre. Elle présente vraisemblablement ici encore un risque légèrement plus grand pour les non-rongeurs.

Les expériences qui ont pu être faites sur le terrain tendent à corroborer les observations de laboratoire.

RÉSUMÉ DE LA DISCUSSION

Les résultats obtenus en FRANCE sont dans l'ensemble les mêmes qu'au ROYAUME-UNI, tout en n'étant pas exprimés de manière strictement comparable, les expériences ayant été conduites de manière différente dans les deux pays.

En ce qui concerne l'empoisonnement accidentel des animaux domestiques il a été indiqué qu'au ROYAUME-UNI, où on emploie le coumafène à une dose cinq fois moindre que celle qui est utilisée communément dans certains autres pays, à savoir 0,005 %, les risques semblaient peu importants. Toutefois, il est d'usage dans ce pays, lorsque deux produits sont aussi efficaces l'un que l'autre, de recommander celui qui est moins toxique pour les animaux domestiques ; si toutefois, le plus toxique des deux est susceptible de donner de meilleurs résultats, on n'hésite pas à le recommander, sous réserve que les précautions à prendre soient clairement indiquées.

Au DANEMARK, le coumafène utilisé avec du grain en appât n'a occasionné aucune difficulté avec les chats et les chiens. Des observations faites au ROYAUME-UNI et aux ÉTATS-UNIS indiquent que la diphacinone est aussi toxique que le coumafène pour les porcs et la volaille, mais que ce dernier est plus dangereux pour les chiens et les chats.

En FRANCE, coumachlore, fumarine et alpha-naphthyl-indandione ont été expérimentées sur la volaille, qui s'est révélée le plus sensible au premier de ces composés, et le moins au dernier. Un fabricant d'alpha-naphthyl-indandione a assuré que ce produit était également moins toxique pour les porcs, affirmation qui n'a pu être vérifiée.

Il a été indiqué que les échanges de renseignements entre différents pays sont incomplets, certaines législations interdisant la publication de renseignements relatifs à des produits du commerce. Les chercheurs britanniques estiment en revanche que la matière active d'une spécialité commerciale peut figurer dans les programmes de recherche et que les résultats peuvent être publiés sous réserve que son utilisation éventuelle comme rodenticide ait déjà fait l'objet d'une publication. Ils se féliciteraient que leurs collègues étrangers soient autorisés à faire de même.

DEUXIÈME COMMUNICATION

La lutte contre les rats dans les fermes à l'aide des poisons de piste

par **J. GIBAN** *(France)*

D'après la définition adoptée officiellement en France, on entend par poison de piste une poudre composée, en totalité ou en partie, d'une matière toxique et qui, épandue dans les terriers et sur les passages des rongeurs, peut entraîner leur mort à la suite de l'absorption du produit fixé sur eux.

En France, après la découverte des propriétés raticides de l'antu (= alpha-naphtylthiourée) par C. P. Richter en 1945, on a trouvé sur le marché des spécialités commerciales destinées à être employées comme poison de piste ; elles titraient généralement 20 ou 25 % d'antu.

Si ces spécialités, qui sont d'une efficacité certaine à l'égard du surmulot *(Rattus norvegicus),* continuent à se vendre, elles sont concurrencées par les poisons de piste à base de raticides anticoagulants, lesquels ont pris une place importante sur le marché parmi les produits destinés à la destruction des rats à la suite des travaux faits par les Suisses M. Reiff et R. Wiesmann en 1951.

A l'heure actuelle, on trouve en France quelques spécialités de poison de piste à base de coumafène (3-alpha phényle béta acétyle éthyle — 4-hydroxycoumarine) et surtout une spécialité contenant 1 % de coumachlore (3-alpha parachlorophényle béta acétyle éthyle — 4-hydroxycoumarine). C'est cette dernière qui est de beaucoup la plus utilisée. C'est

5. DIPHENYLACETYL INDANDIONE (DIPHACINONE) is roughly twice as toxic as warfarin to *Rn.* But it is also a little more unpalatable. These factors cancel out. Thus 0.0025 % diphacinone is a good alternative to warfarin at 0.005 %.

Against *Rr* diphacinone is about 10 times as effective as warfarin. At 0.0025 % it kills as quickly as warfarin at 0.025 %. At 0.0125 % it gives a quicker kill (about 6-7 days) and is about as acceptable. We are prepared to recommend it therefore in preference to warfarin — with the warning that it will need greater care in its use owing to its probably slightly greater toxicity for domestic animals and man.

Against *Mm* 0.0125 % diphacinone is about as effective as warfarin at 0.025 %. It kills after being ingested for about the same period and is no less palatable. Again, of course, it probably presents a slightly greater hazard to non-rodents.

Such field trials as have been completed tend to confirm the laboratory findings.

SUMMARY OF DISCUSSION

The results obtained in FRANCE were stated to be generally the same as those reported from the UNITED KINGDOM, but the data are not strictly comparable, as the experiments were differently arranged in the two countries.

With regard to accidental poisoning of domestic animals, it was said that in the UNITED KINGDOM, where warfarin is used at one fifth of the dosage common in some other countries, namely 0.005 %, little risk seemed to be involved. Nevertheless the practice in that country is that if two products are equally effective the one which is less toxic to domestic animals is recommended for use ; if, however, the more toxic of the two can be expected to give better results, there is no objection to its being recommended, provided the precautions to be observed are clearly indicated.

In DENMARK no difficulties have been experienced with cats and dogs when warfarin was used with grain as a bait. Work in the UNITED KINGDOM and the UNITED STATES respectively, indicates that diphacinone is about equally toxic with warfarin to pigs and chickens, and rather more toxic to dogs and cats.

In FRANCE, coumachlor, fumarin and alpha-naphthyl-indandione have been tested on poultry, which was found to be most susceptible to the first and least to the last-named compound. A manufacturer of the last-named product had claimed it was also less toxic to pigs, but this could not be confirmed.

It was stated that exchange of information between countries is incomplete because national legislation sometimes forbids the publication of data relating to commercial products. British research workers, on the other hand, consider that the active ingredient of a proprietary product can be included in research programmes and the results published, providing that its potential use as a rodenticide has already been published. They thought it would be very useful if their colleagues in other countries could be given authority to act in the same way.

SECOND PAPER

Control of Farm Rats by Tracking Poisons

by **J. GIBAN** *(France)*

According to the definition officially adopted in France, a tracking poison is a powder of composition either wholly or partially toxic, and which can cause the death of rodents as a result of the absorption of the product, which becomes fixed on them when it is spread in the burrows and passages they use.

Commercial products intended for use as tracking poisons have been on the market in France since the discovery by C. P. Richter in 1945 of the raticide properties of antu (alpha naphtyl thiourea). They usually contain 20 - 25 % antu.

These products, which give proved results against the brown rat *(Rattus norvegicus)* are still found, but are rivalled by tracking poisons of raticide anti-coagulant base, which have gained an important place on the market among products for rat destruction, as a result of the work done in Switzerland in 1951 by M. Reiff and R. Wiesmann.

At the present time there are on the market in France some branded tracking poisons with a warfarin base (3-alpha phenyl beta acetyl ethyl — 4-hydrocoumarin) and especially a speciality containing 1 % of coumachlor (3-alpha parachlorophenyl beta acetyl ethyl — 4-hydrocoumarin). It is this latter product which is the most used,

grâce à elle que la méthode de destruction des rats par poison de piste concurrence dans une assez large mesure la méthode de destruction par appâts empoisonnés aux anticoagulants.

1. Résultats expérimentaux

Un grand nombre de villes et d'installations industrielles de France ont réalisé des campagnes de dératisation à l'aide de ce poison de piste à base de coumachlore.

De telles utilisations sont rarement contrôlées de façon scientifique. On est donc obligé de s'en rapporter à l'opinion des utilisateurs et des applicateurs. On peut néanmoins affirmer que dans l'ensemble les résultats obtenus ont été satisfaisants.

Pour notre part, nous avons effectué avec ce même poison de piste différents essais dans des fermes infestées de surmulots ou de surmulots et de rats noirs *(R. rattus)*. Nos essais furent peu nombreux mais ils furent contrôlés suivant la méthode décrite par D. Chitty et R. E. Doty.

L'efficacité du procédé nous paraît indiscutable. En trois ou quatre jours la majorité de la population de rats est atteinte et en 9 à 10 jours l'efficacité obtenue peut se chiffrer par 95 à 100 %, suivant les cas. Sans doute, comme l'a montré V. Reynes (1952), l'action de ce poison de piste est-elle un peu plus lente sur rat noir et rat d'Alexandrie ; mais ce fait ne gêne pas en pratique.

Par contre certaines conditions de l'état des lieux (sol poussiéreux, plafond d'étable constitué par une couche de paille, etc.) en empêchant une application correcte du poison de piste peuvent compromettre le résultat général. Nous nous trouvons là devant une difficulté comparable, par exemple, à celle que l'on rencontre dans la méthode des appâts empoisonnés lorsqu'on se trouve en présence d'une colonie de rats établie dans des meules de céréales non battues ou dans des granges abritant des récoltes également non battues. Dans un cas comme dans l'autre, il y a donc des limites à l'application du procédé et l'utilisateur doit les connaître.

2. Risques d'accidents

Les poisons de piste à base d'anticoagulant titrant de 0,5 à 1 % de matière active sont à une concentration de 20 à 40 fois plus élevée que les appâts raticides préparés avec les mêmes substances. A priori un risque plus grand d'accident se présente avec l'emploi des poisons de piste. Ce risque a été minimisé par les uns, exagéré par les autres. Nous n'entrerons pas dans cette controverse trop souvent spécieuse. Il nous suffira de dire que l'on ne peut nier que le risque, notamment sur le porc, est très réel ; d'ailleurs des accidents se sont produits en France. Mais leur nombre est minime et sans aucun doute des précautions élémentaires, mais prises très sérieusement, eussent suffi à les éviter. Nous avons nous-mêmes procédé sans accident à des applications de poison de piste à 1 % de coumachlore à l'intérieur d'une porcherie. Mais il est certain qu'il faut veiller à ce que la poudre ne puisse pas accidentellement tomber dans les auges, ni être mélangée à la nourriture des porcs.

3. Conclusion

Les poisons de piste à base de substances raticides anticoagulantes sont un procédé très efficace de destruction des rats. Leur emploi peut être préconisé dans les bâtiments agricoles. Mais l'utilisateur doit savoir que certaines conditions des lieux peuvent en limiter l'efficacité et que doivent être prises des précautions élémentaires, mais sans doute plus grandes qu'avec les appâts empoisonnés.

RÉSUMÉ DE LA DISCUSSION

En FRANCE, *où la lutte par poisons de piste a été expérimentée sur le plan pratique par l'INRA (Institut national de recherche agronomique) dans des fermes et par d'autres organismes dans des villes et des ports, les résultats obtenus ont été dans l'ensemble satisfaisants. Dans les fermes, on a souvent rencontré des difficultés pour procéder à une application correcte du rodenticide sur des sols poussiéreux ou couverts de paille, etc. mais de bons résultats ont été obtenus, même dans les fermes infestées de surmulots et rats noirs. Le laboratoire municipal de Marseille a toutefois démontré que l'action des anticoagulants était légèrement plus lente sur* Rattus rattus *et* R. r. alexandrinus *que sur* R. norvegicus, *résultats qui confirment les observations générales faites au* ROYAUME-UNI, *selon lesquelles cette méthode n'est pas très satisfaisante contre le rat noir. Outre la sensibilité vraisemblablement moins forte de* R. rattus *aux anticoagulants, on présume que le comportement de cette espèce est pour beaucoup dans la différence des résultats. Comme il marche avec les pattes plus tendues, et de plus ne fait pas traîner sa queue sur le sol, il ramasse moins de poudre rodenticide sur sa fourrure que ne le fait* R. norvegicus. *De plus, le rat noir affectionne davantage les murs verticaux où il est difficile d'appliquer de la poudre.*

Des expériences ont été faites au DANEMARK *sur l'adhérence des rodenticides. Huit rats ont été utilisés. Au fond d'un conduit de forme quadrangulaire (10 × 10 × 50 cm), on place un plateau recouvert de papier de verre fixé sur carton, et saupoudré aussi uniformément que possible de 5 g de ce composé. Un plateau distinct a été utilisé pour chaque rat. On faisait passer les rats tous les jours d'une cage à l'autre par ce conduit jusqu'à ce qu'ils n'aient plus la force de se tenir debout. Avec un rodenticide efficace, dix passages étaient suffisants. Cette méthode présente l'inconvénient suivant : les rats ne se déplacent pas de la même façon à l'intérieur du conduit, ce qui entraîne des différences dans la quantité de poison adhérant à leur fourrure ; les sujets qui portent leur queue plus haut font preuve d'une résistance particulière.*

and thanks to which the method of rat destruction by tracking poisons rivals to a great extent those by poisoned anti-coagulant baits.

1. Results of Experiments

Many municipalities and industrial concerns in France have carried out rat campaigns with the above-mentioned tracking poison with coumachlor base.

Such use of the poison is seldom scientifically checked, and the opinion of the users and operators has to be relied on. It can nevertheless be affirmed that the results obtained are on the whole satisfactory.

We ourselves have carried out with this poison different trials in farms infested with brown rats or by brown and black rats *(R. rattus)*. Our trials were limited in number, but were checked by the method described by D. Chitty and R. E. Doty.

There seems to us to be no question of the efficiency of the process. In 3 or 4 days the majority of the rat population is affected and in 9 or 10 days 95-100 % efficiency is obtained. To be sure, as V. Reynes has shown (1952), the action of this tracking poison is somewhat slower against the black and Alexandrine rats, but this presents no difficulties in practice.

On the other hand, certain conditions of the state of the premises (dusty floor, stable roof consisting of a layer of straw, etc.) which prevent correct application of the tracking poison, can compromise the general result. In those circumstances we are up against a difficulty comparable, for example, with that which arises with the poison-bait method when a colony of rats has to be dealt with which is established in stacks of unthreshed grain, or in barns where unthreshed grain is stored. In both cases there are limits to the application of the process, and they must be known to the users.

2. Risks of Accidents

Tracking poisons with an anti-coagulant base containing 0.5 to 1 % active matter are 20 to 40 times more concentrated than baits prepared with the same substances. A priori there exists a greater risk of accident with tracking poisons. Some people have minimised this risk, others have exaggerated it — we will not take part in this often specious controversy. It is enough to say that the risk, particularly for pigs, is very real. Accidents have in fact occurred in France, but very rarely, and there is no doubt that certain elementary precautions seriously taken would have been sufficient to avoid such accidents. We ourselves have had no accidents in the application of tracking poisons containing 1 % coumachlor in a pig farm. But there is no doubt that care is necessary to ensure that no powder falls accidentally into the troughs or becomes mixed with the pigs' food.

3. Conclusion

Tracking poisons with raticidal anti-coagulant base are very effective for the destruction of rats. Their use can be recommended in farm buildings. But the operator must know that certain conditions existing in the buildings can limit the efficiency of action and that the precautions to be taken are, however elementary, greater than those with poisoned baits.

SUMMARY OF DISCUSSION

In FRANCE, where the tracking poison method was tried by INRA (National Agronomical Research Institute) in practical control experiments in farms and by other bodies in towns and ports, it was generally found to be effective. In farms, it was often found difficult to apply the rodenticide properly on floors covered with dust or straw, etc., but good results were obtained even when both brown and black rats were present. However, experiments in the municipal laboratory of Marseilles showed the action of anti-coagulants to be slightly slower against Rattus rattus *and* R. r. alexandrinus *than against* R. norvegicus. *This confirms the general experience in the UNITED KINGDOM that the method is not very promising with regard to black rats. Apart from* R. rattus *probably being less susceptible, it is assumed that the behaviour of the species also plays an important role. As it walks with its legs more stretched, and in addition carries its tail off the ground, it will collect less rodenticidal dust on its fur than does* R. norvegicus. *Also, black rats spend more time on vertical walls where the dust cannot easily be applied.*

Trials have been carried out in DENMARK on the adherence qualities of rodenticides. Eight rats were used. A box shaped like a quadrangular pipe (10 × 10 × 50 cm.) was constructed, and a tray placed on the bottom covered with sand paper fixed on cardboard, and dusted as uniformly as possible with 5 g. of the compound. A separate tray was used for each rat. The rats were driven once daily through the pipe from one cage to another until so weak that they could not properly stand on their feet. With an efficient rodenticide, about ten " walks " were fatal. The method has the disadvantage that the rats move through the pipe in different ways, thus causing variations in the amounts of poison adhering to their bodies, habitual tail raisers proving especially resistant.

Essais de laboratoire sur les anticoagulants présentés en appâts

TROISIÈME COMMUNICATION

Méthode d'essai en laboratoire des raticides anticoagulants utilisés sous forme d'appât empoisonné

par **J. GIBAN** *(France)*

Depuis la découverte par J. A. O'Connor des propriétés raticides des substances anticoagulantes dérivées de la 4-hydroxycoumarine et l'énorme succès remporté dans la pratique de la destruction des rats *(Rattus norvegicus* et *R. rattus* sous ses différentes formes) grâce au coumafène découvert et mis au point par les chercheurs de la WARF, de nombreuses substances anticoagulantes, dérivées soit de la 4-hydroxycoumarine soit de la 1,3-indandione, ont été étudiées et proposées comme rodenticides.

Deux motifs principaux semblent avoir inspiré les travaux récents :

— proposer une substance raticide capable de concurrencer *commercialement* le coumafène par un prix de revient plus faible, par une toxicité accrue à l'égard des rats et une moindre toxicité à l'égard de certains animaux domestiques ;

— trouver une substance susceptible d'être employée non seulement contre les rats mais encore contre différentes autres espèces de rongeurs.

Pour les laboratoires spécialisés dans les questions de lutte contre les rongeurs, s'est donc posée la question de pouvoir disposer d'une méthode d'essai aussi simple que possible permettant :

— de comparer, sur une même espèce, l'activité d'une substance anticoagulante nouvelle à celle d'une substance connue (le coumafène, en général) ;

— d'estimer la sensibilité de différentes espèces de rongeurs aux diverses substances anticoagulantes.

Personnellement, je ne pense pas, à la suite des travaux faits au Laboratoire des vertébrés par M. Gatineau (inédit), que l'on puisse avoir recours pour cela à la méthode habituelle de détermination de la DL 50 par administration forcée à l'aide d'une sonde œsophagienne.

En effet :

— Il est bien connu qu'il n'y a aucun rapport entre la DL 50 d'un anticoagulant administré en dose unique (= acute toxicity) et les DL 50 de cette même substance administrée en 1, 2, 3... doses consécutives (= chronic toxicity) ;

— Il est apparu dans nos essais que les DL 50 ne décroissent, en fonction du nombre des administrations, ni proportionnellement ni exponentiellement, mais irrégulièrement.

— Les variations individuelles de sensibilité aux anticoagulants peuvent être considérables, surtout lorsqu'on expérimente sur des espèces peu sensibles.

Par suite, la comparaison de deux substances par détermination de DL 50 exige un grand nombre d'expériences, de nombreux animaux et beaucoup de temps. C'est une véritable étude qui ne se justifie dans la pratique que lors de l'invention d'une substance nouvelle d'intérêt à peu près certain.

Or, le cas le plus fréquent pour les laboratoires spécialisés est celui de la vérification des affirmations de l'inventeur d'une substance nouvelle, ou bien celui de la sélection, parmi de nombreuses autres, d'une substance suffisamment intéressante pour mériter une étude ultérieure plus approfondie.

C'est pourquoi, j'ai adopté la méthode d'essai décrite ci-dessous qui est certes très critiquable mais a l'avantage d'être suffisamment simple pour que son exécution puisse être confiée à des personnes autres que des scientifiques.

A l'heure actuelle cette méthode a été employée par nous dans 50 essais environ ayant porté sur 10 substances anticoagulantes et sur plus de 1.100 petits rongeurs, appartenant aux espèces suivantes : *Rattus norvegicus albinos, Rattus norvegicus* Erxleben, *Rattus rattus* L. *(R.r. rattus* et *R.r. alexandrinus), Microtus arvalis* Pallas, *Apodemus sylvaticus* L., et, secondairement, sur *Mus musculus* L., *Clethrionomys glareolus* Schreber, *Arvicola scherman* Shaw, *Meriones libycus* Lichtenstein, *Meriones crassus* Sundevall.

Description de la méthode

1. Principe

Deux lots comparables de rongeurs sont isolés, individu par individu, dans des cages séparées. Chaque jour ils reçoivent une quantité connue d'appât empoisonné à l'aide de la substance à étudier pour le 1er lot, à l'aide de l'anti-

Laboratory Testing of Anti-coagulants in Baits

THIRD PAPER

Laboratory Trial Method of Anti-coagulant Rodenticides in the Form of Poisoned Bait

by **J. GIBAN** (France)

Since the discovery by J. A. O'Connor of the raticide properties of the anti-coagulant substances derived from 4-hydroxycoumarin, and the enormous practical success in the destruction of *Rattus norvegicus* and the different forms of *R. rattus* by warfarin (discovered and perfected by the WARF research workers), many anti-coagulant substances derived from either 4-hydroxycoumarin or 1.3-indandione have been experimented with and recommended as rodenticides.

The main objectives of recent research have been :

— to find a raticide substance which could compete *commercially* with warfarin by reason of a lower cost price, increased raticide properties, and reduced toxicity to certain domestic animals ;

— to find a substance which could be used not only against rats but against other rodents.

The laboratories specialising in rodent control questions have therefore sought the most simple trial method for

— comparing the effect on the same species of a new anti-coagulant substance with the effect of a known substance (generally warfarin) ;

— determining the sensitiveness of different species of rodents to various anti-coagulant substances.

As a result of the work done in the Laboratoire des vertébrés by M. Gatineau (not published), I personally do not think that the usual method of determination of the LD50 by forced administration with a stomach tube can be used, since :

— It is well-known that there is no relation between the LD50 of an anti-coagulant administered in a single dose (acute toxicity) and the LD50s of that same substance administered in 1, 2, 3 or more consecutive doses (chronic toxicity) ;

— Our trials have shown that the LD50s do not decrease in relation to the number of intakes — either proportionately or exponentially — but that they are irregular ;

— Individual variations of sensitiveness to anti-coagulants can be considerable, especially when experimenting with species which are not very sensitive.

Consequently, the comparison of two substances by the determination of the LD50 requires many experiments, a great number of animals, and much time. It is a vast subject of research which is only justifiable in practice in connection with a new substance of almost certain interest.

Specialised laboratories are frequently faced with the task of verifying the claims of the inventor of a new substance, or selecting amongst numerous others a substance which is sufficiently interesting to merit subsequent further research.

It is for that reason that I have adopted the method of experiment described below, which is certainly open to criticism, but has the advantage of being sufficiently simple for it to be entrusted to non-scientific workers.

So far this method has been used by us in approximately 50 trials with 10 anti-coagulant substances and on more than 1100 small rodents belonging to the following species : *Rattus norvegicus albinos, Rattus norvegicus* Erxleben, *Rattus rattus* L. *(R.r. rattus* et *R.r. alexandrinus), Microtus arvalis* Pallas, *Apodemus sylvaticus* L., and secondarily on the species *Mus musculus* L., *Clethrionomys glareolus* Schreber, *Arvicola scherman* Shaw, *Meriones libycus* Lichtenstein, and *Meriones crassus* Sundevall.

Description of Method

1. Principle

Two comparable groups of rodents are isolated, each individual specimen in each group being in a separate cage. Each day the rodents in the first group receive a known quantity of bait poisoned with the substance being tested, and

coagulant de référence pour le 2e lot. Chaque jour également on enlève les résidus non consommés et on les pèse. La chose se poursuit jusqu'à la mort des individus.

Le délai de survie et les courbes de consommation journalière sont les données expérimentales servant à la comparaison.

2. Composition des lots

Les lots doivent être comparables par le nombre d'individus, par la proportion des individus des deux sexes et par le poids des individus.

En pratique, on utilise des lots comportant chacun 5 mâles et 5 femelles ou mieux des lots de 10 mâles et 10 femelles.

Quand on opère sur *R. norvegicus* et *R. rattus,* il est parfois très difficile d'avoir à sa disposition 10 ou 20 mâles de poids comparables entre eux et 10 ou 20 femelles également comparables entre elles ; dans ce cas on compose simultanément les lots avec des individus comparables deux à deux, autant que faire se peut.

3. Préparation des appâts empoisonnés

L'appât utilisé est le grain de blé entier. Dans certains cas, pour limiter le transport des grains au dehors de la mangeoire, on utilise du blé concassé et tamisé pour éliminer les parties farineuses.

Quand on dispose de la substance anticoagulante sous forme non diluée (pure ou technique), elle est finement broyée au mortier d'agathe et diluée par du talc à raison d'une partie en poids de substance active pour 9 parties de talc (mélange à 10 % de matière active).

La substance diluée à 10 % est mélangée au blé qui a été préalablement traité avec de l'huile de vaseline purifiée (3 à 5 cc d'huile de vaseline pour 100 g de blé, suivant la nature de celui-ci).

L'appât empoisonné de référence est toujours préparé par addition de 0,025 % de coumafène ; sa formule est donc :

Blé	100 g
Huile de vaseline	3 à 5 cc
Poudre à 10 % de matière active	0,25 g

Sa teneur en matière active est donc un peu moindre que 0,025 % ; néanmoins c'est ce que nous appelons, comme dans la pratique, l'appât à 0,025 %.

L'appât empoisonné avec la substance à étudier est préparé à la même concentration, sauf si une concentration différente est préconisée pour l'emploi rodenticide de cette substance ou bien si le but de l'expérience est précisément d'étudier l'influence du taux de la concentration.

4. Conduite de l'expérience

Les animaux mis en expérience sont isolés dans leur cage individuelle 2 ou 3 jours avant le début réel de l'essai. En outre, s'il s'agit d'animaux sauvages, on n'utilise que des bêtes reçues au laboratoire depuis au moins un mois. Tout ceci pour éviter les phénomènes apparentés à la néophobie et les chocs physiologiques consécutifs à la captivité et à l'isolement, ainsi que pour avoir des animaux ayant probablement des réserves comparables de vitamine K.

Les appâts, empoisonnés ou non, sont placés dans des mangeoires dont les dimensions sont de 13 × 8 × 4 cm (ou dimensions approchantes), afin d'éviter autant que faire se peut le rejet d'appât par les animaux en dehors de la mangeoire.

La quantité d'appâts offerte chaque matin à la même heure est de 50 g pour les rats et de 10 g pour les petits rongeurs.

Les résidus sont recueillis dans la mangeoire et, éventuellement dans le tiroir des cages. Par différence, on obtient les chiffres de consommation journalière.

Les pesées sont effectuées sur une balance à sensibilité constante et lecture directe, dite " balance automatique ", sensible à moins de 0,5 g.

L'expérience se poursuit pour chaque individu jusqu'à sa mort. Toutefois si au bout de 30 jours celle-ci n'a pas été obtenue l'expérience est arrêtée.

A la mort, le cadavre est pesé puis autopsié pour constater la présence d'hémorragies, ce qui est la présomption d'une mortalité sous l'effet des substances anticoagulantes.

5. Expression des résultats

Les consommations journalières servent à dresser les courbes individuelles de consommation.

La baisse généralement rapide de ces courbes permet de localiser la date à laquelle commencent les manifestations graves de l'intoxication.

Les valeurs initiales de la consommation et la régularité de la courbe permettent de juger de l'acceptation de l'appât empoisonné et d'éliminer de l'essai les individus qui meurent par sous-alimentation.

Le délai de survie est exprimé en jours, c'est-à-dire en périodes de 24 heures comptées à partir de la première offre d'appât empoisonné ; le chiffre donné est la valeur moyenne de la période durant laquelle la mort s'est produite. Par exemple dire que la survie de tel individu a été de 6,5 jours, veut dire que sa mort a été constatée au cours de la 7e journée ayant suivi la 1re offre d'appât.

Pour la présentation des résultats de survie nous utilisons les tableaux à double entrée dont s'est servi W. E. Weston ; ils permettent une comparaison rapide et directe.

those in the second group receive bait poisoned with the control anti-coagulant. Further, the unconsumed residues are removed each day and weighed. This is done each day until the specimens die.

The time of survival and the graph of daily intake are the experimental data which serve as a basis of comparison.

2. Composition of Groups

There must be the same number of specimens in each group, there must be the same proportion of males and females, and their weight must be comparable.

In practice we use 5 males and 5 females in each group, or better still, 10 males and 10 females.

When experimenting with *R. norvegicus* and *R. rattus*, it is sometimes very difficult to have 10 or 20 males or females of comparable weight ; in such a case we would weigh in pairs, every lot of two rats being of comparable weight as far as possible.

3. Preparation of Poisoned Baits

Whole wheat grains are the bait used. In certain cases, to limit the amount of grain removed from the food containers, crushed wheat is used, sieved to eliminate the floury parts.

When the undiluted (pure or technical) anti-coagulant substance is available, it is finely pounded in an agate mortar, and diluted with talcum in the proportion of 1 part by weight of active substance to 9 parts of talcum (10 % mixture of active matter).

The 10 % diluted substance is mixed with the wheat, this having been previously treated with purified vaseline oil (3 - 5 cc. vaseline oil for 100 g. of wheat according to the nature of the wheat).

The poisoned control bait is always prepared by addition of 0.025 % of warfarin ; the formula is thus :

Wheat	100 g.
Vaseline oil	3 to 5 cc.
Powder with 10 % active matter	0.25 g.

The content of active matter is therefore slightly less than 0.025 %, but it is nevertheless currently referred to as a 0.025 % bait.

The bait poisoned with the substance being experimented with is prepared at the same concentration, unless a different concentration is recommended for the use of that substance as a rodenticide, or if the aim of the experiment is precisely to study the influence of the concentration.

4. Experimental Procedure

The rodents are isolated in their individual cages 2 or 3 days before the actual start of the experiment. Further, if wild specimens are concerned, only such are used as have been in the laboratory for at least a month. This is to avoid phenomena connected with neophobia, and psychological shocks due to captivity and isolation. A further aim is that all the specimens should have comparable reserves of vitamin K.

Baits, poisoned or blank, are placed in containers the dimensions of which are approximately 13 × 8 × 4 cm., so as to prevent as far as possible the rodents from throwing the bait outside the container.

The quantity of bait offered each morning at the same time is 50 g. for rats and 10 g. for the small rodents.

The residues are collected from the containers and if necessary from the trays of the cages. By noting the difference the amount of daily intake is calculated.

The weights are taken on an automatic balance of constant sensitiveness and direct reading — giving readings of less than 0.5 g.

The experiment continues for each individual specimen until it dies, but is not pursued for more than 30 days.

When dead the rodent is weighed and dissected with a view to noting signs of haemorrhage, which is presumed to be the cause of death resulting from anti-coagulant substances.

5. Expression of Results

The amounts of bait consumed daily serve as the basis for graphing the intake of each specimen.

This graph generally shows a sharp downward curve, thus enabling the date to be established on which serious symptoms of poisoning began.

The intake in the first few days and the regularity of the graph readings show to what extent the poisoned bait is accepted by the specimens and enable us to eliminate from the experiment those which die of under-nourishment.

The time of survival is expressed in days, i.e. in periods of 24 hours from the time the first poisoned bait was placed. Death is presumed to occur in the middle of the last period of 24 hours. For example, to say that a specimen survived 6 1/2 days means that death was recorded during the 7th day (period of 24 hours) after the first placing of the bait.

For the expression of survival results we use the double-entry tables as used by W. E. Weston ; they provide a rapid and direct comparison.

Observations

1. Principe

Cette méthode d'essai appelle deux critiques fondamentales :

— Il est certain qu'au moment où les bêtes meurent, elles ont ingéré une quantité d'appât empoisonné très supérieure à celle strictement indispensable pour provoquer leur mort. Il est probable qu'en raison de la rémanence de l'action toxique des substances anticoagulantes, la plus grande partie des individus sont déjà condamnés à mourir lorsque leur consommation journalière commence à faiblir.

La méthode est donc certainement insuffisante pour déceler une différence entre des substances de toxicité voisine. Par contre elle permet d'estimer de façon valable l'importance des variations individuelles dans la sensibilité d'une espèce à une substance anticoagulante déterminée. Pour cela on peut d'ailleurs réunir les résultats d'essais effectués à des moments différents mais réalisés dans les mêmes conditions (celles de la présente méthode).

— Les rongeurs en expérience n'ayant à leur disposition comme nourriture que le seul appât empoisonné, il est difficile d'apprécier la bonne acceptation de la substance. Sans doute, les chiffres de consommation journalière et leur comparaison pour les substances en essai avec le coumafène, permettent de se faire une idée au sujet de cette acceptation. Mais son appréciation reste néanmoins en général assez subjective.

2. Critiques de détail

Les principales critiques de détail que l'on peut faire à cette méthode sont les suivantes :

— Il y aurait utilité à avoir un lot témoin, nourri avec le même appât mais non empoisonné, surtout dans le cas d'essais sur petits rongeurs *(Microtus, Clethrionomys,* etc.*)* qui offrent souvent des cas de mortalité précoce (dans les 48 heures) dont la cause reste souvent incertaine malgré l'autopsie pratiquée.

— Le choix du blé comme appât est sans doute convenable pour des rongeurs comme les rats ou les mériones, mais il devient très critiquable lorsqu'il s'agit d'espèces essentiellement herbivores comme les *Microtus,* surtout lorsque l'essai dure plusieurs semaines.

Dans de tels cas, il y aurait intérêt à remplacer le blé par un aliment plus équilibré : type nourriture pour rats en granulés par exemple.

— La mesure de la consommation d'appât faite par différence de deux pesées effectuées sur une balance automatique, n'a de valeur réelle que si cette consommation est d'une certaine importance : 15 à 25 g par exemple, comme pour les rats. Elle n'a plus que la valeur d'une indication très grossière quand, comme chez les *Microtus* ou les *Apodemus,* cette consommation n'excède pas 2 à 5 g.

Dans ce dernier cas, on peut certes songer à utiliser pour les pesées une balance plus sensible. Mais alors il serait indispensable de tenir compte des pertes ou gain de poids par hygroscopicité, des petits résidus dispersés dans la cage, etc. La mesure serait précise, mais la méthode perdrait sa commodité pratique.

3. Analyse statistique des résultats

Dans un certain nombre d'essais, nous avons procédé à une analyse statistique des résultats par les méthodes habituelles et notamment par l'analyse de la covariance.

Dans le cas d'une espèce sensible, c'est-à-dire dans le cas où la mortalité totale des animaux est obtenue dans un délai de 10 jours environ au maximum, une telle analyse nous paraît valable.

Mais dans le cas où une fraction des individus met de 10 à 20 jours supplémentaires à mourir, il est certain que les résultats dépendent beaucoup de la proportion d'individus résistants qui se trouvent dans les lots expérimentaux.

D'après nos essais sur petits rongeurs, la proportion générale d'individus résistants semble être de 10 à 20 %. Mais comme le nombre d'animaux mis en expérience est fatalement restreint, il y a peu de chance que cette proportion générale se retrouve dans les lots expérimentaux.

Dans de tels cas, l'analyse statistique des résultats ne saurait apporter qu'une précision bien illusoire.

Remarks

1. Principle

This trial method calls forth two fundamental criticisms :

— It is certain that at the time of death the rodents have consumed a quantity of poisoned bait far in excess of that strictly necessary to cause death. It is probable that by reason of the residual toxic action of anti-coagulant substances the greater part of the specimens are already certain to die at the time the daily intake begins to decline.

The method is therefore certainly inadequate for determining the difference between substances of a similar degree of toxicity. On the other hand the method does enable us to give a reliable estimate of the importance of individual variations in the sensitiveness of a species to any given anti-coagulant substance. For that purpose the results of experiments at different times but under similar conditions can be combined.

— Since the only food available to the rodents is the poisoned bait, it is difficult to appreciate the degree of palatability. The figures of daily intake and comparison between the substances under experiment and warfarin doubtless give an idea of the degree of acceptability, but generally rather subjectively.

2. Criticisms of Detail

The principal criticisms of detail which can be made against this method are :

— It would be useful to have a control group, fed with the same bait but unpoisoned, especially in the case of trials on small rodents *(Microtus, Clethrionomys,* etc.*)* which frequently die early in the experiment (within 48 hours), the cause often being uncertain in spite of the subsequent dissection.

— The choice of wheat as the bait is doubtless suitable for rodents such as rats and meriones, but it is very much open to criticism for species which are specifically herbivorous, such as *Microtus* spp., especially with an experiment lasting several weeks.

In such cases it would be useful to replace the wheat by a more balanced food, such as a granulated rat food.

— The calculation of the intake of bait by the difference of two weighings with an automatic balance has no real value unless such intake is reasonably high : 15 to 25 g. for example as for rats. It has very little value with an intake no higher than 2 to 5 g., as with *Microtus* or *Apodemus*.

In the latter case a more sensitive balance could doubtless be used, but it would then be essential to take into consideration the loss or gain in weight due to moisture, small residues in the cage, etc. There would be more accuracy, but the method would lose its practical convenience.

3. Statistical Analysis of Results

In a certain number of experiments we have made a statistical analysis of the results by the usual methods, e.g. analysis of the co-variance.

With a sensitive species, i.e. where total mortality of the specimens is obtained within a maximum of about 10 days, such an analysis seems to us to be reliable.

But where some of the specimens require 10 to 20 days more to die, it is certain that the results depend largely on the proportion of resistant specimens within the groups in the experiment.

We have found that with small rodents, the usual proportion of resistant individuals seems to be between 10 and 20 %, but as the number of specimens in an experiment is inevitably limited, there is little chance of this proportion being reflected in the groups.

In such cases, the apparent precision achieved through statistical analysis of the results would only be misleading.

QUATRIÈME COMMUNICATION

Les tests biologiques des rodenticides chroniques employés dans les appâts

par **E. W. BENTLEY** *(Royaume-Uni)*

MM. les délégués à la Conférence ont déjà eu connaissance de la communication de M. Giban sur les méthodes qu'il emploie pour évaluer l'efficacité des produits anticoagulants contre les rongeurs. Le présent exposé traite également de cette question et doit être lu compte tenu de ce qui a déjà été dit par M. Giban.

Il y a *très peu* de différence, notamment dans le détail, entre les méthodes employées en Grande-Bretagne pour étudier la toxicité des anticoagulants contre *Rattus* spp. et celles qu'on emploie en France. La principale différence réside dans le fait qu'à Tolworth, nous donnons toujours le poison aux animaux pendant un nombre déterminé de jours, alors qu'en France, ceux-ci peuvent absorber du poison jusqu'à ce qu'ils meurent. Les résultats ainsi obtenus peuvent ensuite, lorsqu'ils ne sont pas trop hétérogènes, être analysés selon une méthode semblable à celle employée pour l'évaluation des DL 50 dans les tests de toxicité aiguë. Les chiffres reproduits au tableau (en regard) ont été obtenus par exemple avec 0,025 % de fumarine et 0,025 % de coumafène contre *R. rattus*.

Quand ces chiffres sont exprimés en termes, par exemple, de probits de mortalité et de temps logarithmique, l'analyse de probabilité maximum donne 2 lignes de régression d'après lesquelles on peut déduire la " période léthale de consommation " correspondant à une mortalité de 50 % (PLC 50) ou à tout autre pourcentage désiré de mortalité. L'expérimentateur est alors en mesure de prévoir l'efficacité relative sur le terrain des deux rodenticides.

L'une des difficultés restant encore à surmonter dans cette méthode d'analyse consiste à déterminer les transformations mathématiques à appliquer aux données dont on dispose avant de calculer la ligne de régression — puisque la répartition de la mortalité dans le temps au cours des essais portant sur les anticoagulants risque de ne pas être " normale ". C'est ainsi que le temps logarithmique, par exemple, se traduit généralement par une augmentation de la linéarité par rapport au temps simple.

M. Giban a dit que l'un des avantages de la méthode qui consiste à nourrir les rats jusqu'à leur mort est qu'elle permet d'estimer de façon valable l'importance des variations individuelles dans la sensibilité d'une espèce à une substance anticoagulante déterminée. Je partage cette opinion, et considère ce facteur comme particulièrement utile quand il s'agit d'espèces sur lesquelles les effets des anticoagulants ont été peu étudiés. J'estime en revanche, qu'avec des espèces comme *Rattus* spp. et *Mus musculus*, cela est moins important. En outre, cet avantage ne disparaît pas nécessairement complètement avec la méthode de la période limitée d'empoisonnement puisque la mesure de l'ingestion quotidienne d'appât ordinaire après cessation de l'empoisonnement donne des renseignements légèrement différents mais aussi intéressants.

Je pense également, comme M. Giban, qu'il est difficile de mesurer avec précision la consommation d'appâts de petits mammifères en cages ; ce facteur est de toute évidence un argument en faveur de la méthode de la période limitée d'empoisonnement pour les essais de toxicité.

Je ne veux pas dire que l'une ou l'autre de ces méthodes soit de nature à fausser les conclusions relatives à l'efficacité d'une concentration déterminée d'un rodenticide donné contre une espèce donnée. Cependant, pendant la période intérimaire où les chercheurs de différents pays étudient tous le même produit, les échanges de renseignements et la comparaison des résultats sont fortement entravés lorsque ces renseignements ne sont pas recueillis de la même manière. C'est pourquoi je voudrais convaincre M. Giban et d'autres chercheurs préoccupés des mêmes questions d'adopter la méthode de la période limitée d'empoisonnement dans leurs essais de toxicité sur des poisons chroniques utilisés contre *Rattus norvegicus*, *R. rattus* et *Mus musculus*. Certes, il est toujours à craindre que des informations utiles passent inaperçues quand les chercheurs de différents laboratoires décident d'adopter une méthode commune, mais je ne crois pas que le faible degré de normalisation suggéré ici risque d'entraver sérieusement la recherche.

***

En ce qui concerne les tests d'acceptabilité comparée — au sujet desquels M. Giban dit peu de chose — la mesure de la consommation des petits rongeurs présente ici encore un problème, mais on ne saurait l'éluder. Toutefois, il est encore plus difficile d'interpréter correctement les résultats de laboratoire obtenus par ces tests.

La méthode d'appréciation de l'acceptabilité des anticoagulants employés à Tolworth consiste simplement à offrir à des sujets en cages individuelles, un choix constitué par l'appât empoisonné standard (0,005 % ou 0,025 % de coumafène avec excipient de farine d'avoine, huile et sucre, formule recommandée pour les opérations de lutte pratique) et la substance test dans une autre base d'appât semblable. La consommation est mesurée après 24 et 48 heures. Si les observations se prolongent au delà de 48 heures, l'attaque de la maladie peut compliquer les résultats. Les individus qui ne s'alimentent pas ou peu sont éliminés. Les récipients sont disposés symétriquement et sont intervertis après 24 heures.

Dans le cas où plusieurs rongeurs sont soumis aux essais, des différences statistiquement significatives du point de vue de l'acceptabilité peuvent être facilement détectées. Toutefois, des différences significatives du point de vue statistique au laboratoire peuvent ne pas avoir d'importance pratique pour la lutte. C'est pourquoi, en l'absence d'expériences nombreuses sur le terrain, les conclusions de laboratoire sont pour une grande part subjectives. Si l'un des membres de la conférence a des suggestions à présenter pour résoudre cette difficulté, je serais heureux de les entendre.

FOURTH PAPER

The Bioassay of Chronic Rodenticides Used in Food-baits

by **E. W. BENTLEY** *(United Kingdom)*

The Conference already has before it a paper by M. J. Giban describing the methods he employs to assess the efficacy of anti-coagulant rodenticides. The present paper is offered as a further contribution to this topic and should be read in the light of what he has already said.

There are *very few* differences, particularly in detail, between the methods used in Britain for studying the toxicity of anti-coagulants to *Rattus* spp. and those used in France. The main difference is that at Tolworth we invariably feed our animals on the poison for a fixed number of days instead of allowing them access to the poison until they die. The results so obtained, when they are not too heterogenous, may then be analysed in a manner similar to that employed in estimating LD50s in acute toxicity assays. As an example, the following figures were obtained in feeding trials with 0.025 % fumarin and 0.025 % warfarin against *R. rattus :*

No of days feeding *N° de jours de consommation*	MORTALITY **0.025% Warfarin** (Coumafène)	**0.025% Fumarin(e)**
3	—	1/9
4	—	5/9
5	1/12	11/16
7	10/12	14/22
9	9/12	7/12
10	9/12	—
12	11/11	11/12

When these figures are plotted in terms of, say, probit mortality and log time, maximum likelihood analysis gives two regression lines from each of which may be read off the " lethal feeding period " corresponding to a 50 % kill (LFP 50) or any other required percentage mortality. The experimenter is then in a position to predict the relative performances of the two rodenticides in the field.

One of the difficulties yet to be overcome in this method of analysis is to decide what mathematical transformations to apply to the data before calculating the regression line — since the distribution of mortality in time in assays with anti-coagulants is unlikely to be " normal ". Log time, for example, usually results in greater linearity than simple time.

M. Giban has said that one of the advantages of feeding till death is that it brings out individual variations in resistance of the species of rodent under examination. I agree, and consider it especially helpful when the species is one on which the effects of anti-coagulants have been little studied. But in assays with *Rattus* spp. and with *Mus musculus* I do not think it is so important. Moreover, it is an advantage that need not be entirely surrendered in using the limited poisoning period method since measurement of the daily intake of plain bait after the poisoning has been stopped gives slightly different but equally useful information.

I agree also with M. Giban's statement that accurate measurement of the food intake of caged small mammals is difficult ; this is, of course, an argument for using the limited feeding period method of toxicity assay.

I do not wish to suggest that either approach is likely to lead eventually to the drawing of wrong conclusions about the efficacy or otherwise of a particular concentration of a given rodenticide against a given species. But in the interim period when workers in different countries are all studying the same product interchange of information and comparison of results is greatly hampered unless the data are gathered in the same way. For this reason I would like to persuade M. Giban and other workers in this field to adopt the limited feeding period method in toxicity assays of chronic poisons for use against *Rattus norvegicus, R. rattus* and *Mus musculus.* Of course, there is always a danger that useful information will be overlooked where workers in different laboratories decide to adopt a common approach — but I do not think that the limited degree of standardisation that is suggested here need lead to any appreciable curbing of research.

***

In tests of comparative acceptability — about which M. Giban has said little — measurement of food intake of small rodents is again a problem, but it has to be faced. However, an even greater difficulty is to interpret correctly the laboratory data that are obtained in such tests.

The method of testing acceptance of anti-coagulants that is employed at Tolworth is simply to offer singly caged animals a choice of the standard poison bait (0.005 % or 0.025 % warfarin in the oatmeal/oil/sugar formulation that is recommended for practical control operation) and the test substance in a similar bait-base. Consumption is measured at 24 and 48 hours. If observations are prolonged beyond 48 hours the onset of illness may complicate results. Starving or partly starving animals are rejected. The food containers are symmetrically arranged and are interchanged in position after 24 hours.

If several rodents are tested, statistically significant differences in acceptance may easily be detected. But differences that are statistically significant in the laboratory may not be of practical significance for control. Short therefore of exhaustive field experiments the assessment of laboratory data is largely subjective. If any member of the Conference has any suggestions for resolving this difficulty I would be grateful to hear of them.

CINQUIÈME COMMUNICATION

Essais des anticoagulants aux Pays-Bas

par **F. E. LOOSJES** *(Pays-Bas)*

Pour mettre en vente aux Pays-Bas un produit antiparasitaire, il est obligatoire d'avoir une autorisation délivrée par le Directeur de l'agriculture du Ministère de l'Agriculture.

Pour obtenir cette autorisation, il faut fournir au Service de la protection des végétaux un échantillon du produit, indiquer sa composition, le mode d'emploi, etc.

Ces dispositions sont entrées en vigueur en novembre 1948 et c'est depuis cette époque que tous les insecticides acaricides, rodenticides, etc. sont jugés au laboratoire et sur le terrain.

Parmi les rodenticides soumis à l'examen, les anticoagulants ont rapidement occupé une place importante, aussi a-t-il été nécessaire de mettre au point des méthodes permettant de les expérimenter au laboratoire.

L'ouvrage de Hayes & Gaines (1950), *Control of Norway Rats with Residual Rodenticide Warfarin*, a fourni le point de départ d'un procédé d'expérimentation. Nos méthodes ont naturellement évolué depuis, grâce à certaines publications et à notre propre expérience.

Nous jugeons actuellement les rodenticides anticoagulants par les méthodes suivantes :

1. *Détermination du pourcentage de matière active* au laboratoire de chimie.

2. *Tests à la sonde œsophagienne* en vue d'obtenir des indications sur la toxicité aiguë de produits nouveaux, et d'étudier les risques existant pour les animaux domestiques, etc.

3. *Observation du délai de survie* après ingestion quotidienne jusqu'à la mort. On administre dans la nourriture un pourcentage croissant de matière active, d'ordinaire à partir de 0,78 jusqu'à 800 ppm, le pourcentage suivant étant toujours le double du précédent. Cinq rats reçoivent chacun tous les jours 20 g. de nourriture empoisonnée contenant la même quantité d'anticoagulant. L'ingestion quotidienne est notée. Les résultats sont traduits, en ce qui concerne les rats morts, en courbes exprimant le délai de survie en fonction du logarithme des doses ingérées. Le délai moyen de survie de tous les individus d'une série de 5 ne peut être donné si un ou plusieurs des rats survivent à l'expérience. Afin de pallier cette difficulté, nous utilisons, en conformité avec Powers (1918), la valeur réciproque $\frac{100}{S}$ qui donne pour les survivants $\frac{100}{\infty} = 0$.

   Ce facteur, appelé vitesse de mortalité, est porté sur la courbe en regard du logarithme de la concentration. Nous sommes ainsi facilement renseignés sur la dose minimale entraînant le délai de survie le plus court. Ce test n'est fait qu'avec de nouveaux types d'anticoagulants.

4. *Tests dans lesquels la consommation d'appâts est limitée à un nombre de jours déterminé.* En règle générale, la période de consommation est fixée à trois jours pour les surmulots, et de 5 à 7 jours pour les rats noirs et les souris. On leur présente habituellement la quantité de substance toxique prescrite, incorporée à 20 g d'aliment de laboratoire pour les rats et à 5 g pour les souris. L'ingestion quotidienne est notée. Nous pouvons ainsi être renseignés sur la période de consommation léthale d'une nouvelle spécialité commerciale et savoir si son action est satisfaisante ou non.

5. *Tests à interruptions*, dans lesquels la nourriture empoisonnée est présentée tous les 2, 3 ou 5 jours. Là encore, on note l'ingestion quotidienne, ainsi que celle d'appâts non empoisonnés les jours d'intervalle. On est ainsi documenté sur les conséquences de l'absorption irrégulière d'appât dans les conditions extérieures. Il convient d'observer à cet égard qu'un produit peut être évacué plus rapidement qu'un autre. De même, un produit peut s'accumuler plus qu'un autre. Cette méthode peut également donner quelques indications sur l'acceptation de l'appât.

6. *Tests d'acceptation*, dans lesquels les rats, en cages individuelles, ont à choisir entre 4 récipients différents. Après avoir nourri les sujets à l'avoine pendant 3 à 6 jours, on remplit les récipients 1 et 3, ou 2 et 4 (peu importe la combinaison) de l'appât à expérimenter, et les autres récipients d'avoine ou d'aliment de laboratoire. L'ingestion quotidienne est notée régulièrement. Le jour suivant, l'appât est placé dans les autres récipients, et l'avoine dans les premiers. Puis tous les récipients sont à nouveau remplis d'avoine pendant 3 à 6 jours. Chaque récipient est toujours garni de la même quantité (10 g) de nourriture. On donne aux surmulots de l'avoine pendant 3 jours et pendant une journée, un choix d'avoine et d'appât. Les rats noirs et les souris ont de l'avoine pendant 6 jours et un choix d'avoine et d'appât pendant 2 jours. Chaque produit est expérimenté sur les surmulots, les rats noirs et sur les souris.

Tous les surmulots et rats noirs sont capturés dans la nature et sont d'abord accoutumés aux cages et à la nourriture de laboratoire avant d'être soumis aux tests. Ils sont pesés au début et à la fin de l'expérience. Les animaux sont toujours

FIFTH PAPER

Testing of Anti-coagulant Rodenticides in the Netherlands

by **F. E. LOOSJES** *(Netherlands)*

Everyone who wishes to market a pesticide in the Netherlands must have a licence issued by the Director of Agriculture of the Ministry of Agriculture.

To obtain such a licence a sample of the pesticide, its composition, directions for use, etc. must be delivered to the Plant Protection Service.

This regulation came into force in November 1948 and it is from that time that all insecticides, acaricides, rodenticides etc. are screened in the laboratory and in the field.

Among the rodenticides offered for investigation, anti-coagulants soon had an important place, and thus methods for testing them in the laboratory had to be worked out.

A starting point for a testing scheme was found in the work of Hayes and Gaines, *Control of Norway Rats with Residual Rodenticide Warfarin* (1950). Our methods have of course altered since, due to various publications, and as a result of our own experience.

We are now evaluating anti-coagulant rodenticides by means of the following methods :

1. *Determination of the percentage of active matter* in the chemical laboratory.

2. *Stomach tube tests* to obtain information on the acute toxicity of new products, to study the risks for domestic animals, etc.

3. *Estimation of the survival time* after daily intake until death. A series of increasing percentages of active matter in the food is given. Usually from 0.78 up to 800 p.p.m. is administered, the proportion of active matter always being doubled from one test to the next. Each of five rats is daily offered 20 g. of poisoned food containing the same amount of anti-coagulant. Every day the intake is noted. The results are plotted in curves giving the relation between the survival time and the logarithm of the ingested dose, as far as the killed rats are concerned. An average survival time of all members of a series of five cannot be given if one or more individuals survive. To avoid this difficulty we use, in accordance with Powers (1918) the reciprocal value $\frac{100}{S}$, which gives for the survivors $\frac{100}{\infty} = 0$.

   This so-called velocity of fatality is plotted with the log concentration. In this way one obtains easy information of the smallest dose that gives the shortest survival time. This test is only done with new types of anti-coagulants.

4. *Tests in which the animals are fed during a fixed number of days.* Brown rats are usually fed during three days, black rats and mice during five or seven days. They are usually fed the amount of toxic substance prescribed in practice, incorporated in 20 g. laboratory food for rats and in 5 g. laboratory food for mice The daily intake is registered. In this way we get information on the lethal feeding period of a new brand, whether it is up to standard or not.

5. *Interruption tests,* in which the animals are fed every second, third or fifth day. Again the daily intake is noted, also that of the plain bait of the interim days. Thus information is obtained on the influence of irregular intake of a bait under field conditions. In this connection it should be remembered that one product might be excreted more rapidly than another. Also one product may accumulate more than another. The method may also give some information on the acceptability of the bait.

6. *Acceptability trials,* in which individually caged rats have a choice of food out of four containers. After feeding three to six days on oats, containers 1 and 3, or 2 and 4 (or another combination) are filled with the bait to be tested, while oats or laboratory food are given in the others. The daily intake is noted regularly. The next day the bait is put in the alternating containers and oats in the others. Then all containers are filled again for 3 to 6 days with oats. Always the same amount (10 g.) of food or bait is offered per container. Brown rats are given 3 days oats and 1 day a choice between oats and bait. Black rats and house mice 6 days oats and 2 days a choice. Each product is tested on brown and black rats and on mice.

All brown or black rats are caught in the field and are first accustomed to laboratory cages and food before they are used in trials. The weight is taken at the start and at the end of an experiment. The animals are always caged

placés en cages individuelles et ont de l'eau fraîche à leur disposition. Leur sexe est déterminé. Nous n'avons pas encore observé de différences sensibles quant à la sensibilité aux anticoagulants des deux sexes. Nous n'avons pas trouvé non plus de renseignements à ce sujet chez les auteurs. Les femelles gravides ne sont pas soumises aux expériences. On emploie des groupes de rats de poids comparables pour chaque traitement distinct. Les rats qui survivent à l'expérience sont détruits.

Tous les symptômes sont notés avec soin. Les cadavres sont autopsiés.

On utilise des rats blancs mâles à défaut d'individus sauvages ou en cas de besoin d'animaux de même poids.

Les résultats de laboratoire sont naturellement autant que possible vérifiés sur le terrain, notamment quand l'homologation est refusée pour telle ou telle raison.

Ces diverses méthodes étant pour la plupart déjà décrites par d'autres auteurs dans plusieurs publications, nous estimons que ce bref aperçu suffira.

SIXIÈME COMMUNICATION

Bioessais de certains rodenticides au Danemark

par **H. WICHMAND** *(Danemark)*

Animaux employés

Pour les bioessais de rodenticides seul *Rattus norvegicus* a été utilisé.

Afin de disposer d'animaux sains pour les tests, le laboratoire dispose de deux élevages de rats (cages extérieures de 80 et 90 m²) dans lesquels les rats sont élevés dans des conditions naturelles.

Pour s'assurer que les rats de la lignée du laboratoire réagissent toujours de la même manière aux rodenticides que les rats communs en liberté, on piège de temps à autre quelques rats sauvages afin de les soumettre aux tests avec les rats du laboratoire.

On utilise de préférence pour ces tests des rats pesant de 300 g à 450 g. Les femelles gravides ne sont jamais utilisées.

Bioessais d'anticoagulants

POUDRES (0,5 %). — *Tests d'évaluation de la toxicité.* Pour ce test, 8 rats (4 de chaque sexe) de 300 à 450 g sont employés. Pendant 5 jours, les rats reçoivent tous les jours une dose de poudre de 50 mg. La poudre est présentée en mélange avec du pâté de foie sur des tranches de pain blanc sans croûte. L'importance des tranches est prévue de manière que les rats les consomment en 24 heures. Le produit ne peut être agréé que si tous les rats meurent après avoir absorbé les 5 portions.

APPATS EMPOISONNÉS (0,025 %). — Les expériences suivantes sont effectuées en vue de l'approbation officielle du produit :

1. *Tests d'acceptabilité.* — Lorsqu'un produit est présenté pour être soumis à un test, un échantillon du produit sans matière active, mais par ailleurs identique au produit commercial, est exigé.

   On présente à 4 rats en cages individuelles un récipient du produit commercial et un autre récipient contenant le produit non actif. On note tous les matins la quantité consommée par les rats dans chaque récipient, des récipients nouveaux sont placés dans les cages et les deux récipients sont intervertis tous les jours. L'objet de ces précautions est de voir si et dans quelle mesure les rats refusent l'appât empoisonné. Dans presque tous les cas, les appâts sans poison sont consommés de préférence, mais une quantité suffisante d'appâts empoisonnés est néanmoins absorbée.

2. *Tests dans lesquels on donne aux rats des quantités de produit excédant la consommation.* — On présente à 4 rats en cages individuelles des rations d'appâts empoisonnés trop importantes pour qu'ils puissent les absorber en totalité. On note la consommation quotidienne de chaque rat puis on remplit de nouveau les récipients.

3. *Tests dans lesquels on donne aux rats une quantité de 1 g par jour pendant 5 jours.* — On utilise 4 à 8 rats pour ces tests. Comme les produits commerciaux ne sont pas complètement homogènes et qu'en conséquence, la teneur en matière active d'un échantillon de 1 g est variable, on homogénéise ces produits en les passant au broyeur. La poudre obtenue est ensuite incorporée à un morceau de pain blanc humide d'une grosseur convenant à l'appétit d'un rat pendant 24 heures.

   Pour être officiellement agréé, il faut que le produit provoque la mort par la méthode ci-dessus.

Pendant la durée du test, les rats sont examinés tous les jours, y compris les dimanches.

Tous les rats utilisés pour les tests sont autopsiés.

separately and have fresh water available. Their sex is determined. Up to this moment we have been unable to finp much difference between the susceptibility of both sexes to anticoagulants. Nor were indications in this respect found in literature. Pregnant females are not used in the experiments. Groups of rats of comparable weights are used for each separate treatment. Rats that have survived an experiment are killed.

All symptoms are carefully noted and an autopsy is carried out.

Male white rats are used if there is a lack of wild animals or if we especially need animals of about the same weight.

Laboratory results are of course as far as possible checked in the field, especially when there is a reason to refuse the licence.

As these methods in general are already described by others in several publications, we think that this short outline will suffice.

SIXTH PAPER

Bioassay of Some Rodenticides in Denmark

by **H. WICHMAND** *(Denmark)*

Animal Material

For the bioassay of rodenticides, only *Rattus norvegicus* has been used.

In order to keep a supply of healthy animals for testing work, the laboratory is provided with two outdoor rat farms (cages with areas of 80 and 90 m^2) in which the rats are bred under natural conditions.

In order to ensure that the rat strain of the laboratory gives persistently the same responses to the various rodenticides as common wild rats, such wild rats are now and then caught and included in the tests together with our own rats.

For assays preferably rats of a weight of 300 to 450 g. are used. Pregnant females are never used.

Bioassay of Anti-coagulants

DUSTS (0.5 %). — *Testing for determination of toxic value.* For this test 8 rats (4 of each sex) of a weight of 300 to 450 g. are used. During 5 days the rats are given a daily dose of the dust of 50 mg. The dust is given mixed in liver paste on slices of white bread without crust. The slices of bread are of such a size that it may be expected that the animals will eat them within 24 hours. The condition of official approval is that all rats die after having eaten the five portions.

POISON BAITS (0.025 %). — With a view to official approval the following experiments are carried out :

1. *Food acceptance tests.* — When a product is submitted for testing, a sample of the product without the active ingredient, but otherwise similar to the commercial product, is required.

   Four rats in separate cages are each given one container of the commercial product and another containing the non-active ingredient. Every morning the quantity eaten by the rats is ascertained, new containers are placed in the cages, and the position of the two containers is changed. The purpose is to see if and to what extent the rats will refuse the bait with the poison. In nearly all cases the baits without poison have been preferred, but still sufficient amounts of the poisonous baits have been eaten.

2. *Tests in which the rats are administered unlimited amounts of the product.* — Four rats in separate cages are given more of the poisonous baits than they can eat up. Once a day the amount eaten is ascertained and the containers again filled.

3. *Tests in which the rats are administered an amount of 1 g. daily for 5 days.* — For these tests 4 - 8 rats are used. As the uniformity of the commercial products is usually incomplete and the content of active ingredients in a 1 g. sample will accordingly vary, the products are equalised by means of a crushing mill. The final product is administered worked into a moistened piece of white bread of a size within the reach of the appetite of a rat for 24 hours.

   For official approval the above procedure must give fatal results.

During testing, examination of the rats is carried out every day, including Sundays.

All rats used for the tests are dissected.

RÉSUMÉ DE LA DISCUSSION

Les différences entre les techniques adoptées dans les différents pays sont discutées. En FRANCE, *il a été procédé à des tests sans interruption dans lesquels on donne aux rats des appâts empoisonnés jusqu'à ce que mort s'ensuive. Il a été convenu toutefois que la méthode employée au* ROYAUME-UNI *selon laquelle l'empoisonnement était limité à un nombre de jours déterminé, était préférable. Au moins trois périodes différentes doivent être expérimentées pour chaque concentration de manière à réunir des données suffisantes pour établir des courbes de régression. Il a été décidé qu'il convenait de déterminer pour chaque espèce séparément la durée des périodes selon la sensibilité de l'espèce intéressée.*

L'acceptabilité des produits est également une question importante. Au laboratoire, des indications peuvent être fournies par comparaison de l'absorption de nourriture empoisonnée avec celle qui ne l'est pas. La consommation de nourriture empoisonnée n'est pas nécessairement la moins forte, car notamment avec les anticoagulants, la méfiance à l'égard du poison ne se manifeste pas immédiatement. On dispose donc d'assez de temps pour mener à bien des expériences où l'on évite les préférences d'emplacement ou de récipient. De plus, on estime d'une manière générale que les deux premiers jours (voire le premier jour seulement) suffisent à donner une idée juste des résultats. On s'accorde à reconnaître en revanche que les expériences de laboratoire sur l'acceptabilité ne fournissent que des indications ; les véritables résultats ne pourraient apparaître que dans les conditions naturelles. Les expériences sur le terrain sont donc indispensables mais complexes et longues ; il ne serait donc pas fondé de les entreprendre sauf dans le cas de produits ayant donné des résultats prometteurs dans des tests préliminaires. Etant données les diverses conditions dans lesquelles ces expériences sur le terrain seront effectuées, il a été jugé impossible de prévoir pour elles des modes d'application uniformes. Il convient toutefois de souligner leur importance, et de se reporter aux méthodes mises au point par Chitty et ses collègues.

Un certain nombre d'autres questions relatives aux tests de laboratoire ont également été examinées.

On estime qu'il est utile de définir le pourcentage de matière active dans les produits, mais l'analyse chimique n'est pas possible pour tous les anticoagulants, leur extraction complète étant parfois impossible à réaliser.

La formule des produits doit être examinée de près, car elle peut éclairer sur l'éventuelle action défavorable de certains adjuvants, rendus parfois responsables de la différence des résultats obtenus avec un même produit dans différentes régions.

L'injection d'anticoagulants au moyen d'une sonde œsophagienne en vue d'obtenir des indications sur leur toxicité aiguë ne rencontre pas un accord unanime, et on estime qu'il convient de laisser aux différents centres le soin de décider s'ils jugent ou non opportun d'appliquer cette technique.

L'importance des tests à interruptions, dans lesquels les jours où on présente aux rats de la nourriture empoisonnée alternent avec des jours d'appâtage à blanc, est particulièrement soulignée aux PAYS-BAS. *Il a été découvert dans ce pays que le coumafène et le coumachlore se révélaient aussi efficaces l'un que l'autre dans les tests sans interruption, mais que l'action du coumachlore qui se décompose plus rapidement l'était beaucoup moins quand les rats absorbaient autre chose dans l'intervalle, ce qui serait selon toute probabilité fréquemment le cas dans les conditions naturelles. Il a été convenu que les tests à interruptions pouvaient être d'une grande utilité, mais qu'il convenait de laisser aux différents laboratoires le soin de décider s'il jugeaient opportun ou non de les entreprendre ; ces tests ne peuvent guère figurer dans des propositions visant à l'unification, car les combinaisons possibles y sont très nombreuses, et d'autre part, les données scientifiques actuelles sont insuffisantes pour servir de base à toute proposition précise à ce sujet.*

Il a été signalé, d'après certaines expériences effectuées sur des rats blancs, que les mâles seraient plus sensibles que les femelles aux anticoagulants, mais la différence selon le sexe est sans doute si faible qu'elle est sans importance pratique. Il a néanmoins été convenu qu'il était préférable d'utiliser des groupes de rats du même sexe dans les tests de toxicité. Afin de pallier en partie la difficulté qui consiste à trouver un nombre suffisant d'animaux sauvages pour les tests de toxicité, il a été proposé que dans le cas de R. norvegicus, *on se serve de jeunes rats nés en captivité de parents capturés dans la nature. Les chercheurs du* ROYAUME-UNI *élèvent des objections contre cette proposition ; ils préfèreraient, en cas de nécessité, avoir recours aux rats blancs, mais dans les expériences décrites au* DANEMARK, *l'emploi de rats* F_1 *n'est sans doute pas exceptionnel.*

Il est finalement décidé de recommander les méthodes d'évaluation de la toxicité chronique des anticoagulants à l'égard des rats et des souris énoncées à l'annexe B.

SUMMARY OF DISCUSSION

The differences between techniques applied in the various countries were discussed. In FRANCE, continuous tests had been conducted in which the animals were offered the poisoned bait until they died. It was agreed, however, that the UNITED KINGDOM practice of poisoning during a given number of days was to be preferred. For each concentration at least three different periods should be tried in order to obtain sufficient data to construct regression curves. It was decided that the duration of the periods, depending on the susceptibility of the various species, should be determined for each species separately.

Another matter of interest is the palatability of the products. In the laboratory, indications can be obtained by comparing the intake of poisoned and non-poisoned food. The consumption of poisoned food is not necessarily the lower, as especially in anti-coagulants, poison-shyness does not set in very soon. In consequence, there is time enough to conduct experiments in which it is possible to avoid place or container preferences. Moreover, the first two days (or even one day) are generally considered sufficient to give a clear picture. On the other hand, it is agreed that laboratory experiments on palatability provide only mere indications ; the real picture can only be found under natural conditions. Field experiments are therefore indispensable, but are complicated and time-consuming, and for that reason would only be justified for products which gave promising results in preliminary tests. In view of the various conditions under which such field experiments will be carried out, it was felt to be impossible to achieve uniformity in their set-up. However, their importance should be emphasised and reference should be made to the methods developed by Chitty and his colleagues.

A number of other points relating to laboratory testing were also considered.

The determination of the percentage of active ingredient in the products was said to be useful, but chemical analysis is not possible for all anti-coagulants, their complete extraction sometimes being impossible.

The formulation of the products should be properly considered as this would reveal the possible adverse action of certain additives, sometimes assumed to be responsible for the different results with the same product in different regions.

The injection of anti-coagulants by means of a stomach tube in order to obtain data on their acute toxicity was not unanimously supported, and it was felt that it should be left to the different testing centres to decide whether they should adopt this technique.

The importance of interruption tests, in which days on which animals are given poisoned bait are alternated with plain bait days, is specially stressed in the NETHERLANDS. It was there found that in continuous tests warfarin and coumachlor were equally effective, but that the action of the more quickly-decomposing coumachlor was far less if the rats ingested other food in the meantime, as might often happen under practical conditions. It was agreed that interruption tests could be very useful, but that it should be left to the individual laboratories to decide whether to undertake them ; they could hardly be included in proposals aiming at standardisation as the combinations possible in such tests are very numerous, and on the other hand, the scientific data so far available are insufficient to serve as a basis for any specific proposal on this subject.

It was reported that some experiments with white rats indicate that males would be more susceptible to anti-coagulants than females, but probably the difference between the sexes is so small as to be of no practical importance. It was nevertheless agreed that in toxicity tests it would be preferable to work with groups of rats of the same sex. In order partly to overcome the difficulties in finding enough wild animals for toxicity tests, it was suggested that in the case of R. norvegicus, *young rats born in captivity from parents caught in nature might be taken. The UNITED KINGDOM workers objected to this and would, if shortage occurred, prefer white rats, but in the experiments described in DENMARK the use of F_1 animals is probably not exceptional.*

It was finally agreed to recommend the method for estimating the chronic toxicity of anti-coagulants to rats and mice which are set out in Appendix B.

II. LUTTE CONTRE LES CAMPAGNOLS

PREMIÈRE COMMUNICATION

Emploi de l'endrin et du toxaphène dans la lutte contre les campagnols (*Microtus agrestis*) en Grande-Bretagne

par **R. A. DAVIS** *(Royaume-Uni)*

Les campagnols causent de temps à autre de graves dégâts aux jeunes arbres des forêts et aux arbres fruitiers. 1956 et 1957 ont été des années de fortes pullulations de *Microtus agrestis* dans certaines parties de l'Angleterre et du Pays de Galles et de graves dégâts ont été observés par endroits.

L'emploi de l'endrin et du toxaphène contre les campagnols en Allemagne et aux États-Unis d'Amérique ayant donné des résultats encourageants, il a été décidé d'expérimenter ces produits sous les conditions existant en Grande-Bretagne.

Expériences de la Forestry Commission *

En septembre, puis de nouveau en novembre 1956, la Forestry Commission a procédé à un essai préliminaire dans une plantation d'épicéas de trois ans gravement attaquée par les campagnols. Les résultats n'ont pas été concluants pour diverses raisons. De plus vastes expériences ont eu lieu en novembre de l'année 1957. Le toxaphène a été employé à la dose de 2,5 kg/ha de matière active pure dans 560 litres d'eau, et l'endrin a été appliqué à raison de 336 g/ha de matière active pure dans 560 litres d'eau. Un pulvérisateur à grand débit monté sur tracteur a été employé pour les applications. Le terrain était complètement couvert d'une végétation abondante de *Festuca* et *Agrostis*, fournissant un abri excellent aux campagnols. L'activité de ces derniers était élevée, les dégâts importants et en conséquence, de nombreuses replantations avaient dû être faites.

Les pulvérisations ont pu être effectuées au rythme de 0,4 ha par heure ; il est probable que 0,6 à 0,8 ha pourraient être traitées par heure à des fins non expérimentales. Les pertes par dispersion de produit pulvérisé ont été négligeables, la pulvérisation ayant été effectuée par une journée froide et sèche avec très peu de vent.

La superficie intéressée couvrait environ 5,6 ha, et était divisée en parcelles de 0,8 ha environ chacune. Des bandes de terrain de 18,25 m (20 yards) environ ont été laissées sans traitement entre toutes les parcelles, y compris les parcelles témoins. Le piégeage a été effectué sur toutes les parcelles environ un mois avant le traitement, au moyen de 36 pièges installés par trois rangs de 12 ; la distance était de 18,25 m entre les rangs et de 4,5 m (5 yards) entre chaque piège d'une même ligne. Aucun piège ne se trouvait à moins de 9 m (10 yards) des limites de la parcelle. Il se trouvait ainsi au moins 36,5 m (40 yards) entre les pièges de parcelles voisines. Les pièges utilisés ont toujours été des souricières normales à ressort et petite pédale (2,5 cm × 1,25 cm). Les résultats du piégeage sont exprimés en pourcentages du nombre de pièges (voir les tableaux 1, 2 et 3 ci-dessous et en regard).

Tab. 2

PERCENTAGE CATCH OF M. AGRESTIS IN PLOTS DURING 6 DAYS AFTER SPRAYING

Pourcentage de captures de *M. agrestis* dans les parcelles pendant 6 jours après pulvérisations

DATE in-en 1957	CONTROL TÉMOIN		TOXAPHENE		ENDRIN	
	Block Number — N° de parcelle					
	1	2	1	2	1	2
11/11	50	50	11	4	0	—
12/11	50	50	17	4	0	—
13/11	25	3	11	0	0	—
14/11	53	25	11	0	3	—
15/11	36	30	14	4	5	—
16/11	17	19	14	0	0	—
Average-Moyenne	38	29	13	3	1	—

* Les expériences de la Forestry Commission auxquelles il est fait allusion ici feront l'objet d'une publication ultérieure détaillée ; en conséquence, ces travaux ne doivent être cités qu'après publication du document afférent, sauf autorisation de la Forestry Commission délivrée sur demande préalable.

II. CONTROL OF VOLES

FIRST PAPER

Use of Endrin and Toxaphene for the Control of Short-tailed Voles (*Microtus agrestis*) in Britain

by **R. A. DAVIS** *(United Kingdom)*

From time to time, much damage is done to young forest trees and to orchard trees by voles. 1956 and 1957 were years of abundance of *Microtus agrestis* in parts of England and Wales and severe damage was experienced locally.

Encouraging reports had been received of the use of endrin and toxaphene for the control of voles in Germany and in the United States of America, and it was decided to try these materials under British conditions.

Forestry Commission Trials *

In September, and again in November of 1956, the Forestry Commission carried out a preliminary trial on the site of a three year-old crop of Norway spruce that had been severely girdled by voles. For various reasons results were inconclusive. Larger scale trials took place in November of 1957. Toxaphene was used at 2.25 lb. of the pure toxicant in 50 gallons of water per acre, and endrin was applied at the rate of 0.3 lb. of the pure toxicant in 50 gallons of water per acre. A high-volume tractor-mounted sprayer was used. Vegetation was a complete grass cover of *Festuca* and *Agrostis*, giving ample cover for voles. Vole activity was high, damage severe, and much re-planting had therefore been necessary.

It was found possible to spray at a rate of more than 1 acre per hour; in non-experimental spraying, probably 1 1/2 to 2 acres could be sprayed per hour. Drift of spray was negligible, since the work was done on a cold, dry day with very little wind.

The area covered about 14 acres, and was divided into unit plots of about 2 acres each. Untreated strips 20 yards wide were left between all plots, including the control plots. All plots were trapped about one month before treatment, using thirty-six traps in three lines of twelve in each plot, with 20 yards between the lines, and 5 yards between each trap within the lines. No trap was closer than 10 yards to the plot boundary. Thus, there was a minimum distance of 40 yards between traps in neighbouring plots. Breakback traps with a small (1 in. × 1/2 in.) treadle were used throughout. Results of trapping are expressed as percentages of the number of traps (cf. Tables 1 & 3 below, 2 on opp. page).

Tab. 1. — *PERCENTAGE CATCH OF* M. AGRESTIS *IN PLOTS ONE MONTH BEFORE TREATMENT*

Pourcentage de captures de *M. agrestis* **dans les parcelles un mois avant traitement**

DATE *in-en 1957*	CONTROL TEMOIN		TOXAPHENE		ENDRIN	
	Block Number — N° de parcelle					
	1	2	1	2	1	2
10/10	64	25	78	58	58	—
11/10	55	47	47	44	42	—
Average-Moyenne	59	36	62	51	50	—

Tab. 3. — *PERCENTAGE CATCH OF* M. AGRESTIS *IN PLOTS 6 WEEKS AFTER SPRAYING*

Pourcentage de captures de *M. agrestis* **dans les parcelles 6 semaines après pulvérisations**

DATE *in-en 1957*	CONTROL TÉMOIN		TOXAPHENE		ENDRIN	
	Block Number — N° de parcelle					
	1	2	1	2	1	2
22/12	15	16	5	5	5	—
23/12	9	9	3	0	1	—

* The Forestry Commission's trials reported here will be published fully elsewhere; this work must not therefore be quoted until after publication without previous application to the Forestry Commission for permission.

Les résultats indiquent une diminution générale des populations indépendemment du traitement ; on a toutefois nettement observé une forte mortalité de campagnols sur les parcelles traitées, laquelle était encore sensible dans les populations 6 semaines après les pulvérisations. Aucun animal mort autre que les campagnols et les musaraignes n'a été ramassé après le traitement, mais l'appréciation des effets des traitements sur la faune sauvage sera examinée ci-dessous de manière plus détaillée.

Expériences du Ministère de l'Agriculture

Deux expériences ont également été effectuées par la Division de lutte contre l'infestation (Infestation Control Division) en octobre et novembre 1957.

La première de ces expériences a été entreprise dans une plantation forestière au Pays de Galles, mais elle n'a pu être achevée en raison du mauvais temps (pluies continuelles et rafales de vent). L'endroit choisi se trouvait à flanc de colline sur une pente forte, ce qui nécessitait l'emploi d'un pulvérisateur portatif à faible débit muni d'un petit moteur à deux temps. Des campagnols morts ont été ramassés après cet essai manqué ; on estime qu'il aurait été couronné de succès si les conditions atmosphériques avaient été plus favorables.

Pour la seconde expérience, c'est un verger de pommiers du Herefordshire qui a été choisi, où la population de campagnols était très élevée. Le sol était couvert de fléole des prés *(Phleum pratense)* tondue assez régulièrement ; les trous de campagnols étaient néanmoins nombreux autour des arbres ainsi que les pistes dans le gazon. L'endroit a été choisi pour les raisons suivantes :

— présence de nombreux campagnols ;
— eau facilement accessible pour les pulvérisations ;
— végétation au sol courte (facilitant le piégeage) ;
— distance suffisante des réserves de chasse et des eaux poissonneuses ;
— accessibilité.

Dans le verger, deux parcelles ont été délimitées, chacune d'environ 0,8 ha, et séparées l'une de l'autre par une bande de terrain de 30 m environ. Au centre de chaque parcelle de 0,8 ha se trouvait une parcelle de 0,2 ha contenant 64 arbres. 59 pièges de Longworth ont été placés dans chacune de ces parcelles de 0,2 ha. Les pièges ont été visités deux fois par jour pendant 7 jours avant la pulvérisation et tous les campagnols capturés ont été marqués et remis en liberté.

Les pièges ont été enlevés le septième jour et la parcelle expérimentale de 0,8 m a alors été soumise à la pulvérisation (9,6 litres d'émulsion d'endrin à 20 % pour 154 litres d'eau appliqués avec un pulvérisateur à forte concentration du type Fontan). Les conditions atmosphériques étaient favorables. La vitesse du vent était très inférieure à 8 km à l'heure pendant toute la durée de la pulvérisation. La parcelle a été traitée en 3 heures par une équipe de 4 hommes, mais le même travail à des fins non expérimentales demanderait beaucoup moins de temps. La dose employée (environ 1 1/2 lb. par acre (1,7 kg/ha) a été choisie très élevée afin de correspondre à la limite maximum préconisée par tous les auteurs ; il avait été décidé de commencer par la dose maximum pour ensuite la réduire progressivement au cours des expériences ultérieures jusqu'à ce que la dose minimum nécessaire pour tuer les campagnols soit atteinte.

Pendant les 4 premiers jours suivant la pulvérisation, la superficie expérimentale et limitrophe a été prospectée en vue du dépistage des animaux morts. Au total, 4 pies *(Pica pica* L.*)* deux perdrix *(Perdrix perdrix* L.*)* un hérisson *(Erinaceus)* et onze campagnols ont été trouvés morts dans les 8 jours consécutifs à la pulvérisation. Les pies ont été découvertes les unes près des autres à 300 mètres environ de la superficie traitée. La cause de la mort d'aucun de ces animaux n'a pu être déterminée mais il a semblé fondé de l'attribuer à un empoisonnement par l'endrin.

Quatre jours après la pulvérisation, les pièges ont été remis et laissés à leur place initiale pendant 7 jours, et examinés deux fois par jour comme auparavant. Les résultats du piégeage ont été les suivants :

Nombre de compagnols capturés

	PARCELLE TÉMOIN	PARCELLE TRAITÉE
Avant pulvérisation	71	222
Après pulvérisation	85	1

(Un grand nombre de ces animaux étaient naturellement des individus précédemment capturés, marqués et remis en liberté.)

Les populations ont été évaluées selon la méthode de Hayne (1949) qui emploie les lignes de régression, ce qui a donné les résultats suivants :

Évaluations comparées des populations

	AVANT PULVÉRISATION	APRES PULVÉRISATION
	(Limite de confiance : 0,05)	
Parcelles-témoins	34 - 54	33 - 48
P. expérimentales	50 - 71	1
		(Non marqué - capturé le 10e jour après la pulvérisation)

The results show a general fall in population irrespective of treatment, nevertheless there was clearly a heavy kill of voles on treated plots, which was still reflected in the populations 6 weeks after spraying. No dead animals other than voles and shrews were picked up after spraying, but the assessment of the effects of the treatments on wildlife will be discussed later in this paper.

Ministry of Agriculture Trials

Two trials have also been carried out by the Ministry's Infestation Control Division. They took place in October and November 1957.

The first was on a forestry site in Wales, but the experiment was not completed because of unfavourable weather, in the form of continuous rain and gusty wind. The site was on a steeply sloping hillside, which necessitated the use of a portable low-volume sprayer driven by a small two-stroke motor. Dead voles were picked up after this abortive trial, and it was thought that it would have been completely successful under better conditions.

The second trial was undertaken in an apple orchard in Herefordshire where there was a high vole population. The vegetation ground-cover was Timothy grass *(Phleum pratense)* kept fairly well mown, but there were nevertheless many vole holes around the trees and runs through the grass. The site was chosen because of the following factors :

— presence of many voles ;
— convenient water supply for sprayer ;
— short undergrowth (facilitating trapping) ;
— reasonable distance from game preserves and fishing waters ;
— accessibility.

In the orchard two plots were marked out, each about 2 acres, and separated from each other by a 100 ft. wide strip. In the centre of each 2 acre plot was a 1/2 acre plot containing sixty-four trees. Fifty-nine Longworth traps were available for each of these 1/2 acre sampling plots. Traps were visited twice daily for 7 days before spraying, and all voles captured were marked (by toe-clipping) and released.

Traps were removed on the seventh day and the experimental 2 acre plot was then sprayed with 17 pints of 20 % endrin emulsion in 34 gallons of water, using a low-volume (Fontan) sprayer. Weather conditions were favourable. Winds during spraying were very much less than 5 m.p.h. throughout. The plot was covered in 3 hours by a team of four men, but in a non-experimental spraying this could have been done much more quickly. The very high dose (about 1 1/2 lb. per acre) was used because this was the upper limit of all recommendations that had been found in the literature, and it was decided to begin with the highest dose and then reduce this progressively in all later trials, until the minimum effective dose for killing voles was reached.

During the first four days after spraying, the experimental area and some distance around it were searched for dead animals. A total of four magpies *(Pica pica* L.), two partridges *(Perdix perdix* L.), a hedgehog *(Erinaceus)* and eleven voles, were found dead within the first 8 days after spraying. The magpies were found close together 300 yards from the sprayed area. It was not possible to determine the cause of death of any of these animals, but it seemed reasonable to attribute them to endrin poisoning.

Four days after spraying, traps were replaced in their original position and left in position for 7 days ; they were examined twice daily as before.

Results of the trapping were as follows :

	No. of Voles Captured	
	CONTROL PLOT	SPRAYED PLOT
Before spraying	71	222
After spraying	85	1

(Many of these captures were of course recaptures of voles previously marked and released)

Population estimates by the method of Hayne (1949), using regression lines, gave the following results :

	Comparative Population Estimates	
	BEFORE SPRAYING	AFTER SPRAYING
	(0.05 confidence limits)	
Control	34-54	33-48
Experimental	50-71	·1
		(Unmarked — caught on the 10th day after spraying)

Few animals other than *Microtus* were caught. A few shrews and a weasel were caught. Foxes, cats and hares were known to visit the orchard, also owls, buzzards *(Buteo buteo* L.), magpies, partridges and kestrels *(Falco tinnunculus* L.).

Peu d'animaux autres que *Microtus* ont été capturés, à l'exception de quelques musaraignes et d'une belette. On sait que des renards, des chats et des lièvres visitaient le verger, ainsi que des hiboux, des busards *(Buteo buteo* L.*)*, des pies, des perdrix et des faucons *(Falco tinnunculus* L.*)*.

Il est difficile d'évaluer les risques existant pour la faune sauvage, personne n'étant en mesure de recenser avec précision dans une région donnée la population d'un grand nombre de ces animaux et oiseaux à un moment donné ; on s'est même aperçu (Ridpath, inédit) qu'un grand nombre de cadavres d'oiseaux, dont la taille atteint parfois celle de pigeons, échappent à l'attention d'un groupe d'observateurs exercés, même lorsque ces cadavres ont été intentionnellement répartis au hasard d'un champ. Nous nous croyons toutefois autorisés à conclure de cette expérience particulière que les produits appliqués ont eu un effet réel tant sur la population de campagnols que sur la faune présente dans le verger pendant la période expérimentale. La population de campagnols a vraisemblablement été complètement détruite sur la parcelle expérimentale.

De nouveaux essais étaient envisagés, avec des doses très faibles d'endrin pur, de l'ordre de 33 g/ha, mais une régression naturelle de la population de campagnols ainsi que l'utilisation croissante de l'endrin par les producteurs de fruits ont jusqu'à présent empêché toute nouvelle expérience. Il semble d'ores et déjà que les cultivateurs utilisent des doses de l'ordre de 225 g/ha d'endrin pur dans 1.120 litres d'eau, soit environ 0,6 l/ha d'émulsion à 20 %.

Les campagnols ont également causé des dégâts pendant les années citées en rongeant les câbles téléphoniques gainés de matière plastique quand ces câbles avaient été posés par une " mole-plough machine ". Les défauts décelés sur ces câbles étaient dus, dans une proportion atteignant 12 %, à des rongeurs fouisseurs, campagnols pour la plupart ; dans certains comtés occidentaux, cette proportion était de plus de 80 %. On croit savoir que l'Administration des Postes envisage de faire usage de repellents puisque dans ces circonstances, étant donné que parfois les câbles sont posés sur des kilomètres, la lutte contre les campagnols n'est ni indiquée ni économique.

(Références bibliographiques en regard)

DEUXIÈME COMMUNICATION

Emploi des insecticides dans la lutte contre les rongeurs au Danemark

par **H. WICHMAND** *(Danemark)*

Comme les souris et les campagnols terrestres et amphibies causent d'importants dégâts dans les forêts, vergers et cultures de semences, etc. au Danemark, l'endrin et le toxaphène ont été expérimentés assez largement depuis 1955. Mon collègue, M. P. Bang, est chargé de cette tâche.

Le toxaphène a rapidement été abandonné, car il s'est révélé inférieur à l'endrin dans les tests préliminaires.

Essais avec l'endrin

A ce jour, un seul produit commercial, le Mustex (= Largacid), a été employé pour nos essais, mais nous allons commencer à expérimenter d'autres formules.

La composition du Mustex est la suivante : endrin 20 % + aldrin 7,4 % (purs).

Lutte contre Arvicola terrestris

De nombreux essais ont été effectués, pour lesquels le Mustex, conformément aux recommandations des fabricants allemands, a été employé à raison de 2 kg/ha à des concentrations différentes selon le type de pulvérisateur employé. En aucun cas n'a été constatée une mortalité à 100 % ; et dans certains cas, une partie importante de la population a survécu. Il s'est révélé en outre très difficile d'évaluer le nombre d'individus de cette espèce, nos opérations de piégeage n'ayant pas encore réussi.

Lutte contre Microtus agrestis et M. arvalis

On utilise pour tous les essais le piégeage et le baguage tant sur la superficie à soumettre aux pulvérisations que dans la zone-témoin. Les pièges employés sont les pièges anglais, type Oxford, et les bagues sont toutes numérotées. Dans la plupart des cas, 48 pièges sont utilisés par zone. Les pièges sont placés à 1 m de distance à partir de 24 points de piégeage différents, soit 2 pièges par point de piégeage. Les points de piégeage sont placés au milieu de la zone sur 4 rangées distantes de 14 m et à 6 m d'intervalle sur chaque rangée.

Le piégeage est entrepris avant et peu après chaque essai, et à chaque fois pour une durée de trois jours et trois nuits. On utilise un appât de blé, et les pièges sont désamorcés pendant les premières 24 heures afin de familiariser les

The estimation of hazards to wild life is difficult because no one really knows how to census accurately in a given area the population of many of these animals and birds at any given time, also it has been found (Ridpath, unpublished) that many bodies of birds even as large as pigeons may be missed by a team of skilled observers, even when the bodies have been deliberately distributed about a field. However, we may conclude from this particular trial that there was a real effect both on the vole population and on the wildlife which resorted to the orchard during the experimental period. The vole population on the experimental plot was probably completely destroyed.

Further trials with dosages down to as little as 0.03 lb. of pure endrin per acre were planned, but a natural decline of the vole population combined with an increasing use of endrin by fruit growers has so far prevented any further experimental work. Meanwhile, it appears that growers have been using doses of the order of 0.2 lb. of pure endrin per acre, dispersed in 100 gallons of water, that is to say 1 pint of 20 % emulsion per acre.

Another vole problem during the years mentioned, was damage by gnawing of plastic-covered telephone cables, where these cables had been laid by a mole-plough machine. As much as 12 % of the faults detected in such cables were due to gnawing by burrowing animals, mainly voles, while in certain western counties over 80 % of such faults were found to be due to burrowing animals. It is understood that the Post Office were considering the use of repellents since in these circumstances, where miles of cable may be laid, control of voles is inappropriate and uneconomic.

REFERENCES

Clark, R.J., *1958*. — M.A.F.F. Infestation Control Division. Research Report n° 76.

Davis, R.A., *1957*. — N.A.A.S. open conference, 1957 ENT/OM/23, Appendix 3.

Forestry Commission. — Unpublished (see note in text).

Ridpath, M.J. — Personal communications.

SECOND PAPER

The Use of Insecticides for Rodent Control in Denmark

by **H. WICHMAND** *(Denmark)*

As mice and water voles are causing much damage in Danish forests, orchards, and on seed crops, etc. experimental work with endrin and toxaphene has been carried out on a rather large scale since 1955. My colleague Mr. P. Bang has been responsible for this work.

Toxaphene was soon abandoned, as in the introductory tests it proved to be inferior to endrin.

Trials with Endrin

Up to date only one commercial product, Mustex (= Largacid), has been employed for our experimental work, but we are now starting experiments with some other formulations.

The composition of Mustex is endrin 20 % + aldrin 7.4 % (pure chemicals).

Control of Arvicola terrestris

Many trials have been carried out, and for all of them Mustex, as recommended by the German manufacturers, has been used at 2 kg per ha in varying amounts of water depending on the construction of the sprayers. In no case has evidence of a 100 % kill been obtained, and in several cases a considerable part of the population has survived. Further, it has proved very difficult to estimate the number of animals of this species as our trapping experiments have so far proved unsuccessful.

Control of Microtus agrestis *and* M. arvalis

In all trials, trapping and marking with rings are used, on the area destined for spraying as well as on the control area. The traps used are English Oxford traps, and numbered rings are supplied. Usually 48 traps for each area are used. The traps are placed within a distance of 1 m. from 24 fixed trapping posts, i.e. 2 traps at each post. The posts are placed in the middle of the area in 4 rows with a distance of 14 m. between the rows and 6 m. between the posts in each row.

Trapping is undertaken before and shortly after each trial, and each time trapping is undertaken during 3 days and nights. As bait, wheat is used and the traps are left open during the first 24 hours in order to make the voles

campagnols avec leurs attraits. Pendant les 2 × 24 heures suivantes, les pièges sont visités matin et soir, les campagnols capturés sont bagués ; les espèces observées et les numéros des bagues sont notés sur une carte.

Les résultats d'un test de ce genre sont illustrés par le tableau ci-dessous :

SVENSTRUP	ZONE I (6400 m² — 48 pièges)		ZONE II (6400 m² — 48 pièges)	
DATE en 1957	*Microtus agrestis*	*Clethrionomys glareolus*	*Microtus agrestis*	*Clethrionomys glareolus*
1er piégeage : 20/8 - 23/8	8	12	4	6
Pulvérisations : 28/8	Mustex = 20,0% Endrin + 7,4 % Aldrin. 1,2 kg + environ 150 l. d'eau par ha. Pulvérisateur portatif à moteur.		*Zone-témoin non traitée*	
2e piégeage : 10/9 - 13/9	0	40 (30 *nouveaux ; 10 bagués au 1er piégeage.*)	12 (10 *nouveaux ; 2 bagués au 1er piégeage.*)	19 (13 *nouveaux ; 6 bagués au 1er piégeage.*)

Plusieurs essais ont été effectués en toutes saisons et une mortalité de 100 % des espèces mentionnées ci-dessus a été obtenue à la dose de 1 - 1,2 l/ha. Tous les campagnols ont été trouvés morts dans les 24 à 48 heures après la pulvérisation.

Il reste néanmoins que le meilleur moment pour effectuer la pulvérisation est la fin de l'automne, immédiatement avant les chutes de neige, au moment où les campagnols ont fait leur nid d'hiver et cessent de se déplacer.

Au Danemark, l'emploi de l'endrin a été jusqu'à maintenant réservé aux zones forestières non ouvertes au public. L'automne dernier, l'emploi de l'endrin a été autorisé dans des vergers, sous réserve que les exploitants en demandent l'autorisation au Laboratoire de Springforbi, qu'ils se conforment à certaines directives et informent le laboratoire en remplissant un questionnaire.

Ces questionnaires ont fourni des renseignements précieux concernant le résultat des applications, la toxicité à l'égard des autres animaux, etc. ; par exemple, le cas a été signalé d'un verger où vivaient beaucoup de taupes qui toutes ont été détruites, ainsi que les campagnols présents.

240 ha en tout, dans 32 vergers, ont été soumis à des pulvérisations et tous les propriétaires ont sollicité l'autorisation de continuer à faire usage de l'endrin pour protéger leurs arbres.

En ce qui concerne les risques pour la faune, aucun accident n'a été signalé en dehors du cas des taupes, et rien ne nous a été encore signalé non plus dans les forêts. Nous avons néanmoins découvert, au cours de nos propres essais, quelques oiseaux manifestement empoisonnés par l'endrin.

Lors d'un essai portant sur les pentes gazonnées de la digue de 9,2 km reliant l'île de Rômö au Jutland, un lièvre vivant au milieu de la digue a survécu à la pulvérisation effectuée au printemps alors que l'herbe était encore très courte. Quelques alouettes ont été trouvées mortes, selon toute probabilité empoisonnées.

Enfin, il a été démontré que les amphibies étaient très sensibles à l'endrin.

RÉSUMÉ DE LA DISCUSSION

Les expériences effectuées à l'endrin sur Microtus agrestis *au* ROYAUME-UNI *et au* DANEMARK *ont donné, dans ces deux pays, de si bons résultats, qu'on pense que les cultivateurs utiliseront largement cet " insecticide " tous les automnes. L'inquiétude suscitée par les effets toxiques annexes de ce composé est donc justifiée. On a constaté au* DANEMARK *que dans des herbages où des animaux aussi gros que la taupe avaient été trouvés morts après l'application du poison, la vie animale s'était rapidement reconstituée. En revanche, on sait peu de choses sur l'action exercée sur le sol et ses micro-organismes. Selon certaines publications américaines, l'endrin se décompose extrêmement lentement, aussi les chercheurs du* ROYAUME-UNI *ont-ils l'intention de multiplier leurs expériences de manière à définir la dose minimale d'efficacité. Les travaux poursuivis en* ALLEMAGNE *sur la mortalité accidentelle des poissons et l'empoisonnement indirect des oiseaux de proie ont été évoqués, mais il semble que les résultats obtenus aient été variables.*

En FRANCE, *où il est actuellement interdit de faire usage de l'endrin, des expériences sur la lutte contre* M. arvalis *ont été effectuées au toxaphène, employé en suspension huileuse et appliqué à la dose de 2 à 6 kg de matière active à l'ha pour 300 à 600 litres de liquide à pulvériser. En* ALLEMAGNE, *où le toxaphène a été utilisé contre* M. agrestis *en forêts et contre* M. arvalis *en herbages permanents, 2 à 3 kg/ha ont apparemment donné des résultats satisfaisants, mais en* FRANCE, *où la lutte a été appliquée dans des cultures (trèfle, jeunes pousses de blé, colza) un dosage plus élevé a été jugé nécessaire. Ce dernier n'a toutefois pu être défini, les résultats ayant été dans l'ensemble trop irréguliers ; les techniciens préfèrent en conséquence remplacer le toxaphène par un produit plus sûr. En outre, le besoin d'une nouvelle préparation contre* M. arvalis *ne se fait pas sentir particulièrement,*

acquainted with their attractive interior. During the following 2 × 24 hours the traps are looked after every morning and evening, the voles caught are marked with rings, and species and ring numbers are entered on a map. To illustrate the procedure the results of a test are given below :

SVENSTRUP	AREA I (6400 m² — 48 traps)		AREA II (6400 m² — 48 traps)	
DATE in 1957	*Microtus agrestis*	*Clethrionomys glareolus*	*Microtus agrestis*	*Clethrionomys glareolus*
1st trapping : 20/8 - 23/8	8	12	4	6
Sprayed : 28/8	Mustex = 20.0% Endrin + 7.4% Aldrin. 1.2 kg + ca. 150 l. water per ha. Portable motor sprayer.		*Untreated control area*	
2nd trapping : 10/9 - 13/9	0	40 (30 *new* ; 10 *ringed during 1st trapping*)	12 (10 *new* ; 2 *ringed during first trapping*)	19 (13 *new* ; 6 *ringed during first trapping*)

Several trials in all seasons have been carried out, and at a dose of 1—1.2 liters per ha. a 100 % kill of the above-mentioned species has been obtained. All voles have been found dead within 24 to 48 hours after spraying.

The best time for spraying has, however, been found to be late Autumn, just before snowfall can be expected, when the voles have made their winter nests and are not wandering.

In Denmark the use of endrin has until now been restricted to such forest areas as are not open to the public. Last Autumn, however, its use was permitted in orchards, but the owners must obtain permission from the Springforbi Laboratory, and must comply with certain directions and keep the Laboratory informed by filling up a questionnaire.

These questionnaires have yielded valuable information concerning results, toxicity to other animals, etc. For instance, in one orchard with a heavy mole population these were all killed as well as the voles.

In all 240 ha in 32 orchards were sprayed, and all the owners have asked for permission to use endrin for protecting their trees in the future.

Concerning the risks to wild life other than moles no accidents have been reported, and from the forests too we have not received such reports. However, in our own trials, some birds obviously poisoned by the endrin have been found.

At a trial including the grass-covered slopes of the 9.2 km.-long dam between Römö Island and Jutland, a hare living in the middle of the dam survived the spraying, which took place in the Spring while the grass was very short. Some few *Alauda* were found dead, probably killed by the poison.

Further, it has been demonstrated that amphibians are very sensitive to endrin.

SUMMARY OF DISCUSSION

Experiments with endrin against Microtus agrestis *in the* UNITED KINGDOM *and in* DENMARK *have given such good control results that in both countries it is to be expected that farmers will use this " insecticide " on a large scale every Autumn. For that reason the concern about the toxic by-effects of this compound is justified. In* DENMARK *it was ascertained that in grassland, where even animals as big as the mole were found dead after the application of the poison, animal life quickly re-established itself. But little is known about the effect on the soil and its micro-organisms. According to American publications endrin decomposes in the soil extremely slowly, and it is for this reason that the* UNITED KINGDOM *workers plan to extend their experiments in order to find the lowest effective dose. Reference was made to work in* GERMANY *on accidental mortality in fish and on secondary poisoning of birds of prey, but apparently the results were variable.*

In FRANCE, *where the use of endrin is at present prohibited, experiments on the control of* M. arvalis *were concerned with toxaphene, which was used in oil suspension and applied at 2 — 6* kg. of *active ingredient per ha. in 300 to 600 litres of spray. In* GERMANY, *where toxaphene was used against* M. agrestis *in forests and against* M. arvalis *in permanent grassland, 2 — 3 kg/ha. apparently gave satisfactory results, but in* FRANCE *where control was carried out in crops (clover, young grain, rape) a higher dosage was considered necessary. However, the dosage could not be determined, as the results were generally too inconsistent, and technicians would prefer to replace the product by a more reliable one. Moreover, there is no special need for a new preparation against*

car il existe pour lutter contre cette espèce un certain nombre de produits satisfaisants. En BELGIQUE, *l'endrin s'est révélé efficace à la fois contre* M. arvalis *et* M. agrestis, *mais les résultats obtenus par le toxaphène ont été irréguliers.*

Au DANEMARK, *l'endrin a été utilisé contre le campagnol terrestre* (Arvicola terrestris) *ravageur de premier plan dans les pays scandinaves. Il a été constaté que le dosage mentionné par les auteurs allemands (2 - 2 1/2 l/ha) était sans doute trop faible et que 3 l. à l'ha. seraient nécessaires. Ce dosage présenterait toutefois des risques indésirables. En* BELGIQUE, *certains produits commerciaux particulièrement recommandés contre la forme terrestre d'*Arvicola *se sont révélés jusqu'à présent inefficaces. Aux* PAYS-BAS, *on estime que l'endrin employé contre la forme aquatique d'*Arvicola *risquerait de polluer les eaux et d'entraîner de ce fait des risques pour les poissons et les consommateurs.*

Le campagnol roussâtre (Clethrionomys glareolus) *pose également des problèmes particuliers. Dans les forêts du* DANEMARK, *il n'a pu être éliminé par l'endrin. Les observations faites au* ROYAUME-UNI *où les essais de piégeage ont montré que les pièges donnaient de meilleurs résultats placés dans les arbres que sur le sol, semblent indiquer que la pulvérisation d'insecticides n'est pas une bonne méthode de lutte contre cette espèce, qui aime grimper et se nourrit plutot de graines que d'herbe. (En* BELGIQUE, Clethrionomys *a quelquefois été combattu avec succès au moyen de cultures bactériennes).*

Le délégué du DANEMARK *fait observer qu'il est difficile de savoir quel est le meilleur moment pour recommander l'emploi de l'endrin en vue de la destruction des campagnols dans les forêts, car il a été observé qu'au bout de 2 ou 3 mois, les territoires nettoyés ont été envahis par de nouveaux arrivants ; or, ces populations secondaires et peu denses survivent alors même que partout ailleurs les populations normales s'effondrent. C'est pourquoi les localités où l'éradication a été réalisée sont les seules où le traitement a dû être répété l'année suivante.*

III. PRÉVISIONS DES POPULATIONS DE RONGEURS

PREMIÈRE COMMUNICATION

Les prévisions des populations de rongeurs

par **I. J. POLYAKOV** (URSS)

Nous donnons ci-dessous un résumé *en langue française du rapport du professeur Polyakov, ainsi que les diverses figures qui l'illustrent et la bibliographie qui la complète. Le texte intégral en langue anglaise de la communication est reproduit en pages 39 à 47 (pages impaires seulement).*

Les mesures préventives contre les rongeurs sont fondées sur des prévisions à long terme. Pour certaines espèces les critères d'évaluation reposent sur de nombreuses années d'observations sur le terrain et d'expériences de laboratoire, axées sur les questions suivantes :

- — Étude de la nature des variations de populations évaluées par le potentiel de multiplication et la résistance de l'espèce aux conditions climatiques défavorables.
- — Étude de l'influence de la nourriture et de la régulation thermique sur l'ovogenèse.
- — Étude des différences de comportement de chaque espèce à l'égard du milieu, en fonction de la satisfaction complète de leurs besoins alimentaires et thermiques à différents stades de l'ovogenèse.
- — Étude des principes de base dans des conditions variables de nourriture et de thermorégulation, et survivance intégrale de l'espèce dans différentes conditions naturelles et climatiques, et selon les méthodes d'exploitation agricole appliquées.

L'observation des caractéristiques de nutrition, thermorégulation et hydrométabolisme de différents groupes d'animaux de même âge appartenant à certaines espèces permet de mieux comprendre leur distribution géographique, leur concentration saisonnière et les fluctuations de leurs populations. Les causes des variations de densité saisonnières ont été expliquées pour certaines espèces par une élévation de la température optimale de jeunes animaux. L'élément décisif des prévisions a été de déterminer le comportement de spécimens distincts et de populations selon les conditions écologiques, lequel dépend des conditions auxquelles ils ont eu à faire face dans le passé.

Le développement de populations dans des conditions de nourriture et de thermorégulation défavorables affecte leur vitalité. En conséquence, même dans des conditions favorables survenues par la suite, ces populations disparaissent en général complètement. *(Voir la suite du résumé français en p. 44)*

M. arvalis *for which a number of satisfactory products are available. In* BELGIUM *endrin was found to be effective against both* M. arvalis *and* M. agrestis, *but the results with toxaphene were inconsistent.*

In DENMARK *endrin was used against water voles (*Arvicola terrestris*) which are a major pest in Scandinavian countries. It was found that the dosage of 2 to 2 1/2 litres/ha. mentioned by German authors was probably too low and that 3 litres/ha. would be needed. This, however, would certainly present undesirable risks. In* BELGIUM *some commercial products especially recommended against the land form of* Arvicola *have so far been found to be ineffective. In the* NETHERLANDS *it is felt that the use of endrin against the aquatic form of* Arvicola *would lead to contamination of the water, with risks for fish and for consumers.*

The bank vole (Clethrionomys glareolus) *also poses specific problems. In forests in* DENMARK *it could not be eradicated with endrin. Experience in the* UNITED KINGDOM, *where trapping experiments showed traps in the trees to be more successful than traps on the ground, seems to indicate that the spraying of insecticides is not a suitable method for controlling this species, which has climbing habits and moreover feeds more on seeds than on grass. (In* BELGIUM, Clethrionomys *has sometimes been successfully controlled with bacterial cultures.)*

The delegate from DENMARK *pointed out the difficulty of knowing what was the best time for recommending the use of endrin for eradication of voles in forests, as it had been found that after 2 or 3 months the territories which had been cleared were invaded by newcomers and it was observed that these secondary and not very dense populations survived when everywhere else the normal populations collapsed. For that reason the localities where successful eradication had been achieved were the only places where control had to be repeated the following year.*

III. FORECASTING RODENT POPULATIONS

FIRST PAPER

Forecasting of Rodent Populations

by ***I. J. POLYAKOV*** *(USSR)*

Agricultural crops and pastures in the USSR are annually protected on a large scale from various rodents : ground squirrels *(Citellus)*, voles *(Microtus, Stenocranius, Lagurus, Arvicola)* sand mice *(Rhombomys, Meriones)*, mice *(Mus, Apodemus)*. Their preventive control is done on the basis of long-range forecasts of their propagation and population fluctuations. The biological substantiation of the population forecasts was done by several schools of zoologists, who based their work on different hypotheses. Results of their work have been published in the Soviet literature (Vinogradov, 1934 ; Sviridenko, 1934, 1950 ; Kalabukhov, 1935, 1947 ; Formosov, 1935, 1937 ; Naumov, 1945, 1948 ; Polyakov, 1937, 1949, 1950, 1954, 1956) and were discussed at the Second and Third Ecological Conferences held in Kiev (1951, 1955).

The present report deals with theoretical propositions and their substantiations, which we use for yearly forecasts of rodent populations for all agricultural zones of the USSR.

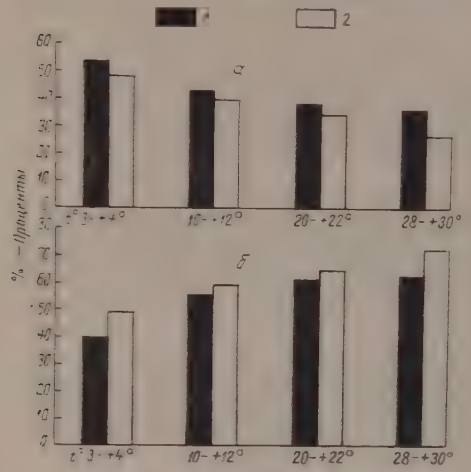
It is common knowledge that rodent populations vary with seasons. In favourable seasons when intensive propagation takes place they increase in number, which however drops in unfavourable seasons when propagation dwindles in intensity or ceases entirely. The frequency of fluctuations in numbers of various species of rodents within the same period of time depends in a large measure on their propagation capacity. It should be mentioned in this connection that rodents with a greater propagation capacity perish more in unfavourable conditions, and this causes more sudden and greater fluctuations in their numbers.

Observations carried out for many years in the Western Kazakhstan have shown that the number of ground squirrels (*Citellus pygmaeus* Pall.) increases by 50 % during a year in case of intensive propagation, while in depressed conditions of propagation it drops by two thirds or three quarters. The number of sand mice *(Rhombomys opimus* Licht.*)*, as observations in the Southern Uzbekistan have shown, increases three- or fourfold during a year and in depressed conditions falls by 90 % or more. The number of red-tailed sand mice (*Meriones erythrourus* Gray), by observations in the same region and the Transcaucasus, can become 30 or 40 times as large during a year of intensive propagation, while in depressed conditions its number during such a period drops to about 1/300th. By observations carried out in the Transcaucasus on the social vole (*Microtus socialis* Pall.), numbers increased, under favourable ecological conditions, one and even two hundredfold or more, while in depressed conditions numbers dropped to 0.1 %.

Most difficult is the elaboration of the methods of forecasting vole populations, since they are characterised by sudden fluctuations in number. That is why we will give an example of the elaboration of the forecasting methods of voles (*Microtus arvalis* Pall. and *M. socialis* Pall.), the main stages of research, and basic facts used as criteria in forecasting,

Fig. 1

PERCENTAGES
OF DRY AND SUCCULENT FOOD
consumed by voles at different temperatures

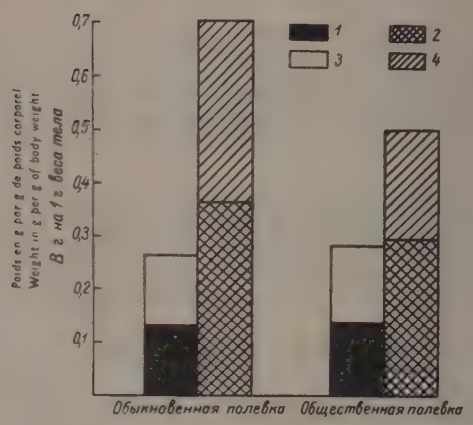


1. Social vole
2. Ordinary vole

a. Wheat
b. Carrot

Fig. 2

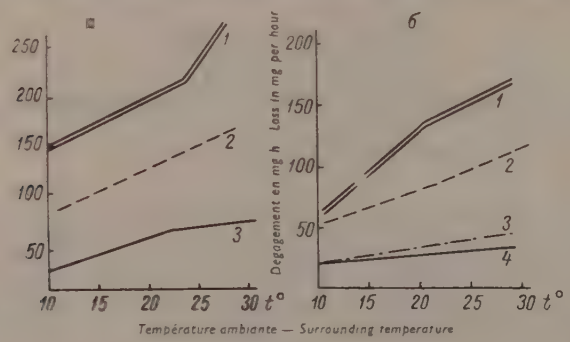
CONSUMPTION OF WHEAT AND CARROT
BY YOUNG AND ADULT VOLES
Temp. : 20-22° Humidity : 70 %



1. Wheat } consumed
2. Carrot } by adults
3. Wheat } consumed
4. Carrot } by young

Fig. 3

WATER INGESTED IN FOOD AND LOST THROUGH SKIN AND LUNGS
by various rodents at given temperatures (in mg. per hour)



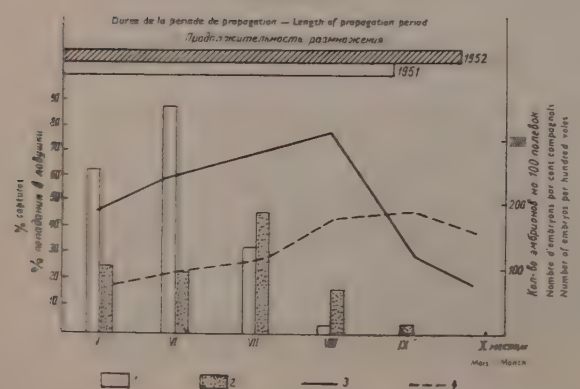
1. Ordinary vole
2. Social vole
3. Red-tailed sand mouse
4. Asian sand mouse

Fig. 4

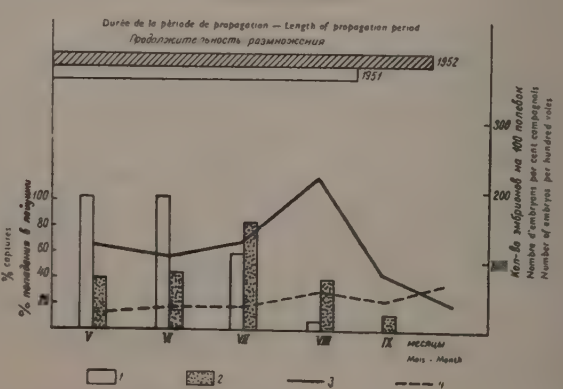
Fig. 5

RELATIONSHIP BETWEEN THE DYNAMICS OF POPULATION OF ORDINARY VOLE
AND PHENOLOGY AND INTENSITY OF ITS PROPAGATION IN 1951 AND 1952

In " Hollows "


Durée de la période de propagation — Length of propagation period
Продолжительность размножения
1952
1951
% captures
% пойманных в ловушки
Nombre d'embryons par cent campagnols
Кол-во эмбрионов на 100 полевок
Number of embryos per hundred voles
Mois - Месяц

In " Summer pastures "


Durée de la période de propagation — Length of propagation period
Продолжительность размножения
1952
1951
% captures
% пойманных в ловушки
Nombre d'embryons par cent campagnols
Кол-во эмбрионов на 100 полевок
Number of embryos per hundred voles
Mois - Месяц

1. Number of embryos per 100 voles in 1951. — 2. Ditto in 1952.
3. Dynamics of vole population in 1951. — 4. Ditto in 1952.

As is seen in ***Figs. 1*** and ***2***, the ordinary vole *(Microtus arvalis* Pall.) requires more succulent food than the social vole *(M. socialis* Pall.). The experiments were carried out in strictly comparable conditions. * Thus, at a temperature of 3 or 4 °C, the adult ordinary voles consume 10 % more of carrot and 5 % less of grain than the social vole. At the temperature of 28 - 30 °C they consumed 10 % less of grain and 10 % more of carrot. The difference between these temperature extremes smoothes out, though in case of young specimens it still remains considerable (see ***Fig. 2***).

Specific requirements in food of definite composition characteristic for individual species and age groups within the same species are directly connected with the peculiarities of water metabolism and heat regulation. ***Fig. 3*** shows the existing relation between the moisture content of food consumed by separate species and the water loss through skin and lungs at the same temperatures. The social vole consumes and loses considerably lower amounts of water in the process of heat regulation than the ordinary vole (Mokeyeva, 1952).

The study of gaseous interchange in case of the ordinary and social voles at different environmental temperatures revealed that the optimum of temperature for the ordinary vole is on the lower level. The critical temperature of the interchange for the adult ordinary vole comes at 30 °C, while that for the social vole at 35°. The adult ordinary voles showed a 4° drop in body temperature after being exposed for one hour and a half to zero temperature in a chamber, in a motionless state ; the adults of the social vole showed in this case 6.7° drop ; when exposed in the same conditions to 35°, the ordinary vole showed 2.5° rise in body temperature and the social vole 1.5° rise. It was observed at the same time that in case of young specimens of both species which have not reached sexual maturity (20 or 30 days of age) the optimum of temperature is on a higher level than in case of adult specimens. Thus in case of young specimens of the ordinary vole, the critical point of gaseous interchange is at 35 °C, but not at 30 °C as in the case of adults. The young ordinary voles exposed for one hour and a half to zero temperature show a drop of 9.5° in body temperature, not 4° as the adults. Exposed to 35° the young specimens show a rise of 1.4°, the adults 2.5° (Kagantseva, 1952, 1953). The range of optimum temperatures though narrow for a single specimen is wider for a colony having various age groups.

The observed peculiarities of nutrition and heat regulation of ordinary and social voles help better to understand the reasons for their geographical distribution, seasonal location of stations and fluctuations in number, in the final analysis. Habitats of the compared species are usually separated. The ordinary vole (boreal form) inhabits moderately humid and humid steppe and forest steppe districts, the social vole (southern form) inhabits dry steppes. The habitats of both combine in limited areas in the South of the Ukraine, Northern Caucasus and Transcaucasus. In the Ukraine and Northern Caucasus the two species in certain seasons of the year are encountered in the same centres. In the Transcaucasus the separation of distribution of voles is very clear : the ordinary vole inhabits the sub-alpine zone while the social vole lives in the steppe and foothill areas. The combination of habitats of these two species is prevented by the ecological conditions in certain seasons of the year. The social vole cannot spread into the places inhabited by the ordinary vole because of conditions of nutrition, temperature and degree of humidity in the cold period of the year. The ordinary vole cannot spread into the places inhabited by the social vole due to unfavourable ecological conditions in the warm season of the year. The warm season of the year is survived in the case of both species mainly by those specimens which do not reach sexual maturity before the season starts, while the winter period is mainly survived by sexually mature specimens.

The distribution of the species considerably changes in case of seasonal or perennial variation in its population, increase causing spread into new centres where conditions temporarily arise which are favourable to the propagation of the species. A drop in population results in a lesser number of inhabited centres, since in many of them where the species were encountered in the period of increase, there arise fatal ecological conditions. There is no fundamental difference between the factors limiting the geographical distribution of the species and those which condition the fluctuations in the population.

The study of these fluctuations in natural conditions revealed that numbers vary depending on the intensity and phenology of propagation. ***Figs. 4*** and ***5*** show the relationship between the fluctuations in the numbers of the ordinary vole and phenology and intensity of propagation in conditions of sub-alpine pastures on the slopes of the Minor Caucasian Range (Askerov, 1953). ** It should be stressed that the lowering in intensity of propagation alone, without its complete stop, causes a speedy reduction of rodent population. Consequently, only the propagation of a definite intensity can ensure an increase in the vole population. This should always be taken into account when judging the relationship between the fluctuations in the rodent numbers and propagation. The intensity of propagation depends on three factors ; *1.* frequency of litters ; *2.* the number of young in a litter ; *3.* survival of the young ones. The ratio of sexes is usually even or there may be observed some change in this ratio due to certain factors governing the intensity of propagation. It is generally known that in unfavourable conditions of feeding and heat regulation, propagation of rodents either stops or drops in intensity. But there are known many cases when propagation in favourable conditions was at a very low level or did not take place at all and *the rodent colonies entirely perished,* while in unfavourable or not very favourable conditions the rodent population continued for some time to increase (Polyakov, 1954 ; Polyakov and Gladkina, 1954). This circumstance led us to analyse more profoundly the influence of ecological conditions on rodent propagation.

---

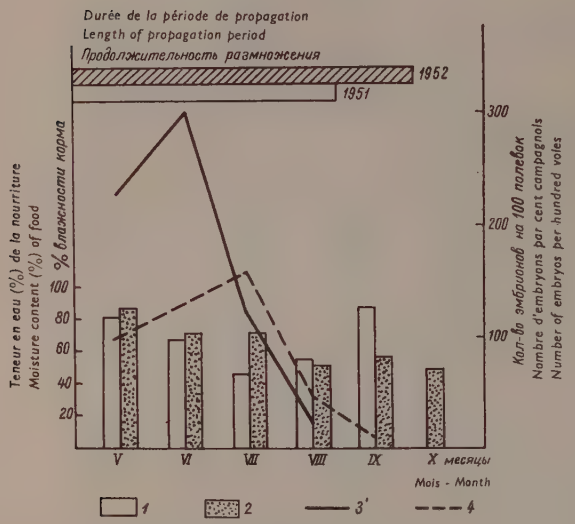
* Food was served liberally and the amounts actually consumed were registered. There was ensured in experiment an excellent condition of rodents. In this way we determined the required levels of food intake in the given experimental conditions.

** Observations were carried out in two stations typical for this zone — "mountainous slopes" and "hollows". The first is characterised by earlier drying of vegetation on meadows in the summer period and its earlier growth in spring as compared with "hollows". In the "hollows" in winter there accumulates a lot of snow which favours the hibernation of voles, but proves fatal when the snow melts in the spring period. Intensity of propagation is expressed by the number of embryos per 100 voles (weighing over 10 grams), caught by traps. During two years, 3863 voles were dissected.

Fig. 6

RELATIONSHIP BETWEEN COMPOSITION OF FOOD AND PHENOLOGY AND INTENSITY OF PROPAGATION OF ORDINARY VOLE

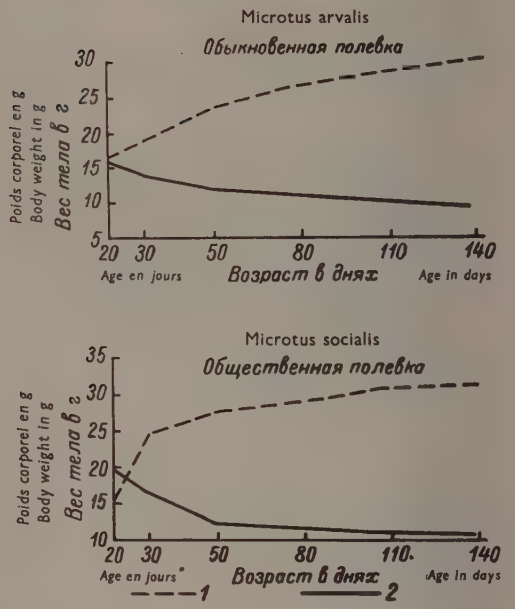
in " Summer pastures "



1. *Moisture content of food in 1951.*
2. *Ditto in 1952.*
3. *Number of embryos per 100 voles in 1951.*
4. *Ditto in 1952.*

Fig. 7

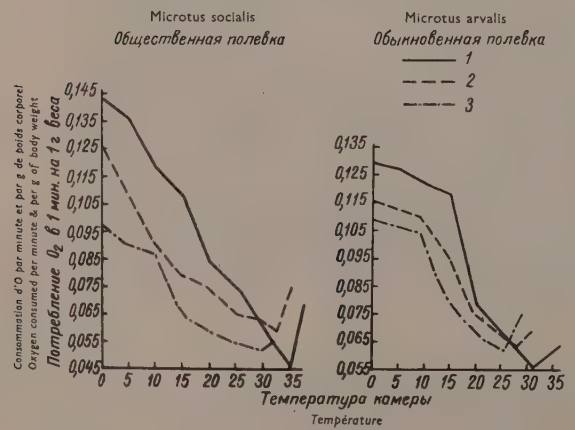
EFFECT OF FEEDING CONDITIONS ON THE BODY WEIGHT OF VOLES



1. *Voles kept on optimum diet.*
2. *Voles kept on diet with insufficient moisture content.*

Fig. 8

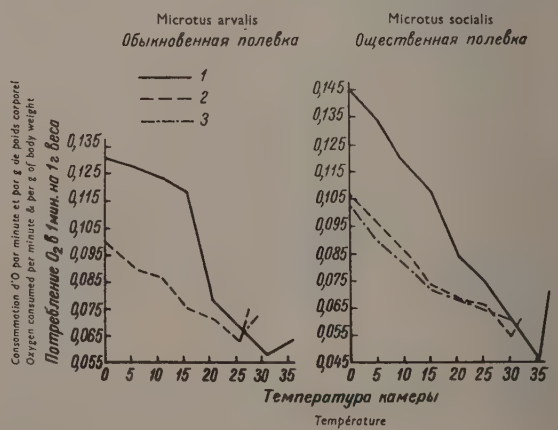
EFFECT OF FEEDING CONDITIONS ON THE GASEOUS EXCHANGE OF VOLES



1. *Normal diet.*
2. *Reduced diet during 1 month.*
3. *Reduced diet during 4 months.*

Fig. 9

EFFECT OF FEEDING CONDITIONS AND HEAT REGULATION ON THE GASEOUS EXCHANGE OF VOLES



1. *Normal diet at 18°.*
2. *Reduced diet (with less succulent food) at 28-30° for 30 days.*
3. *Ditto for 50 days.*

Fig. 6 shows the relationship between the intensity of ordinary vole propagation on mountainous pastures of Azerbaijan and the moisture content of food. In July 1951 we observed a sharp reduction of propagation intensity because the moisture content of the vegetation dropped to 48.14 % due to drought and high temperature. In August conditions of feeding somewhat improved (food contained 58.82 %) but remained on the whole unfavourable. Propagation of voles stopped with no resumption even in September of 1951 when feeding conditions and temperature became optimum. There was observed degeneration of rodents in the colony. During intensive propagation (May, June) there was an increase of specimens with a large weight : in May 1951 the voles weighing over 25 grams made up 31.2 % in the colony, in June the figure was 43.3 %. This bears testimony to an exceptionally quick growth and development of the young in the colony. In August when the propagation stopped, the voles over 35 grams in weight made up only 2.3 % and were not encountered at all in October. On " mountainous slopes " the voles 25 or 30 grams in weight made up 5.9 % while in the " hollows " the figure was 5.3 %. The analysis of skulls revealed losses in weight of old specimens had not played a role in the degeneration of the colony ; they had all perished. The colony in autumn was made up of specimens born in May-June which did not propagate until the drought set in. Their growth and development were retarded and consequently their body weight was rather low.

In spring 1952 the voles in these stages of development were comparatively low in number and the colony consisted of specimens which were smaller in size in comparison with spring 1951. The specimens weighing 32 grams and over in May made up 3.4 %, and in June 15.5 %. The propagation of voles in spring 1952, despite the favourable ecological conditions, was twice as low in intensity as in 1951. Moisture content of vegetation in July 1952 was 75.6 % and 55.0 % in August. In this connection propagation of voles stopped in September and was not accompanied by degeneration because of optimum temperature conditions. In autumn 1952 there were more bigger specimens in the colony than in spring the same year.

In 1953 voles on the mountainous pastures of Azerbaijan propagated intensively and their number was very high. In 1954 the propagation was intensive until June only, and the picture afterwards resembled that in 1951.

The above example shows that propagation of voles depends on feeding conditions (as well as environmental temperature). This dependence however is rather specific. Unfavourable conditions affect the colony to such an extent that this determines in a large measure its reaction to the ecological conditions in the future. In 1952 the ecological conditions were more favourable to the propagation of the voles than in 1951, but there was observed a lower intensity of propagation and reduced number of rodents. The propagation and the number of the voles in 1952 were not due to the favourable conditions that year but due to the fact that they had survived in the previous year very unfavourable conditions in July and August. Similar facts have many times been observed in case of other groups of harmful rodents. They can be explained differently. Therefore the necessity of an experimental study and analysis of influence of feeding conditions and heat regulation on rodent population has arisen.

Experimental research has been carried out on the influence of feeding conditions and heat regulation on the ovogenesis and spermatogenesis of sexually mature voles (Alikhina, 1954) ; on the growth and development of the young specimens (Golenischev, 1954) ; on the development of the heat regulation and propagation of rodents (Kagantseva, 1953) ; on their resistance to infection by mouse typhoid and poisons (Pegelman, 1951, 1958 ; Pravdina, 1958). For reasons of space we have no possibility to expound all these subjects here. We shall limit ourselves to the influence of feeding conditions and heat regulation on the voles during their development and on physiological condition of the adult rodents.

Fig. 7 shows the change in body weight of specimens of *Microtus arvalis* and *Microtus socialis* which were kept during 140 days, beginning from the age of 20 days, on the optimum diet and the diet of inadequate succulence (temperature 18° - 20°). For both diets food was given liberally.

The change in the body weight was not a consequence of starvation due to the physical lack of food, but that of its physiological inadequacy in the experiment, since it did not conform to the requirements of the species. When we speak of the inadequacy of food for rodents, we do not mean the lack of organic substances, but the lack of those component parts which are required by definite species.

Fig. 8 shows the level and intensity of the metabolism of voles at different environmental temperatures, after being kept for 1 month and 4 months on inadequate diets. The voles, which received food lacking the required degree of succulence showed after only one month a substantial reduction of metabolic activity, compared with the control voles. After four months this difference increased still further. Simultaneously with the reduced metabolic activity, the experimental voles were showing a lowered limit of temperatures they could tolerate. The critical point of metabolism was lowering and in the lower temperatures (0°) experimental voles were in worse condition than the control ones. Thus the body temperature of the ordinary vole already after 1.5 hours exposure to 27° rose by an average of 3.7°, and 5 specimens out of 11 died because of over-heating. The control voles were showing signs of over-heating only at the temperature of 33°. At 0° the body temperature of experimental voles dropped by 14.6° and during 1.5 hours 7 specimens out of 18 died, while the body temperature of the control voles dropped by 4° and their condition was quite normal. When the voles are kept both in conditions of higher temperatures (28 or 30°) and inadequate diet, the same results are obtained quicker, during 30 - 50 days (see *Fig. 9*). More common in natural conditions is the combination of high temperatures with the lack of succulent food.

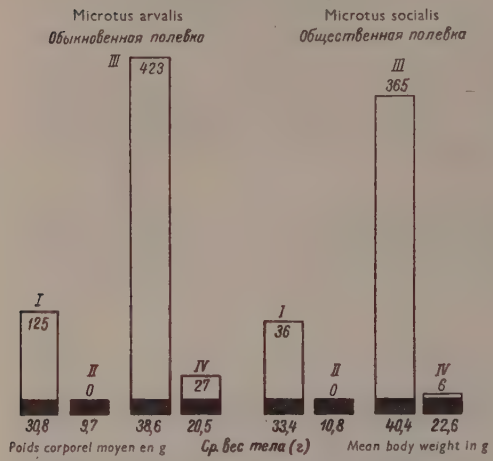
Histological study of the sex glands of the voles which were developing in different food and heat conditions has shown that a higher level of metabolic activity is a necessary pre-condition for the normal development of the organism. All the factors which stimulate it accelerate sexual development, while those which lower the activity inhibit sexual development (Golenischev, 1954).

The experimental voles which were kept for a long period of time (4 months) on the diet of inadequate succulence and at optimum temperature, or on the same diet and a higher temperature (45 - 50 days) were transferred into optimum conditions in which the control voles were kept, and it was revealed that the physiological changes of experimental voles are irreversible. After 4 months in optimum conditions the experimental voles doubled their weight to reach 60 % of that of control voles. Metabolism rose to a higher level. But the temperature optimum remained as narrow as before. The critical point of metabolism in case of experimental ordinary voles was at 25° and the temperature of 5° caused over-cooling and not infrequently death.

Fig. 10

EFFECT OF FEEDING CONDITIONS ON PROPAGATION OF VOLES

(in terms of 10 females)



I. Progeny of voles kept in optimum conditions for 4 months.

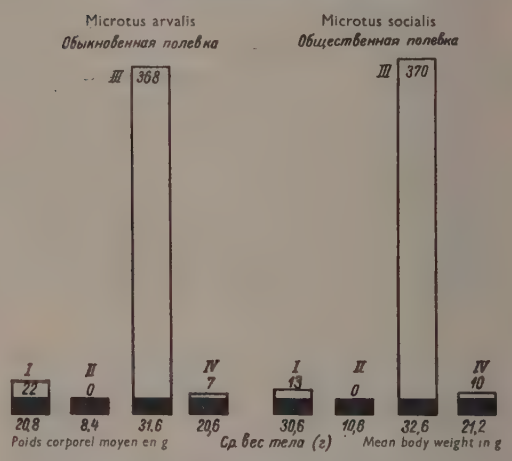
III. Same during 9 months.

II. Progeny of voles fed insufficient succulent food for 4 months.

IV. Same subsequently transferred for 5 months into optimum conditions.

Fig. 11

EFFECT OF TEMPERATURE AND FEEDING CONDITIONS ON PROPAGATION OF VOLES



I. Progeny of voles (10 females) kept in optimum temperature and feeding conditions for 2 months.

III. Same for 8 months.

II. Progeny of voles fed insufficient succulent food for 2 months at 28-30°.

IV. Same subsequently transferred for 7 months into optimum conditions.

(Experimental and control animals were 20 days old at beginning of both experiments.)

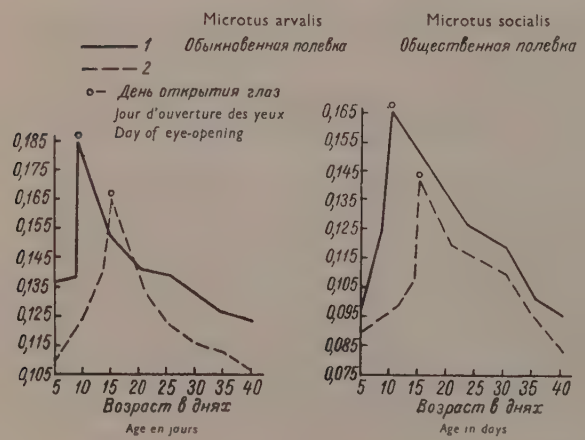


Fig. 12

EFFECT OF CONDITIONS OF MAINTENANCE OF PARENTS ON THE GASEOUS EXCHANGE OF THE PROGENY

1. Parents kept in optimum conditions.

2. Parents fed insufficient succulent fodder for 50 days at 28-30° with subsequent transfer into optimum conditions.

(suite de la p. 36)

Les rongeurs qui se développent dans des conditions favorables font preuve d'une résistance plus élevée à différentes influences défavorables. Il est très important de définir exactement les besoins de l'espèce concernant la nourriture et les conditions climatiques, car on peut ainsi vraiment prévoir de manière sûre les variations de populations de l'année suivante, d'après le nombre et les caractéristiques physiologiques d'une population donnée à une période donnée. La concentration géographique des rongeurs indique par elle-même, jusqu'à un certain point, dans quelle mesure les conditions ont été favorables à telle ou telle espèce les saisons précédentes. La dissémination générale d'une espèce signifie

Five female specimens of the social vole out of six did not start reproduction after 5 months in optimum conditions. The only reproducing female gave during 5 months one litter (four young ones). During the same period 6 control females delivered 138 young ones. Out of 5 females of the social vole which were given inadequately succulent food during 50 days, at the temperature of 28 - 30°, only 2 started reproduction after being 3 1/2 months in optimum conditions. During 6 months they gave three litters, a total of 5 young ones. 5 control females gave during the same period 26 litters, a total of 127 young.

Out of 4 experimental females of the ordinary vole only one started reproduction after being 3 months in optimum conditions. During 6 months it gave 2 litters, a total of 3 young. During the same period 4 control females gave 22 litters, a total of 109 young.

Figs. 10 and ***11*** show data on propagation of experimental and control voles during 10 months in terms of 10 females. During that period in the first experiment the ordinary voles had 27 young, and 7 in the second ; experimental social voles had 6 and 10 young respectively. The control ordinary voles had 423 and 368 young and the social voles had 365 and 370 young respectively.

It is necessary to note that the young of experimental voles were not only low in number but also in viability. They had a low level of metabolic exchange both prior to and after the opening of the eyes as compared with the young of control voles (see ***Fig. 12***) ; the eyes opened on the 15th day, not on the 10th ; there was a high rate of mortality among the young.

Thus the physiological properties of the voles kept in unfavourable conditions of feeding and heat regulation changed irreversibly ; the same applies to their young. The rodents in consequence showed inability to propagate and survive in that range of conditions which are considered favourable for the species. This phenomenon we have called the alternation of the viability of the colonies under the influence of ecological conditions where development and formation take place.

The ecological conditions affect the numbers of voles, altering the viability of individual colonies (populations) of the species. Exceptions in this case are various disasters like flooding of burrows, covering of ground with ice crust, etc. which are equally fatal to any colony.

The rise in vole numbers in nature is always followed by their wide spread, while the drop in population — by a sharp decrease of inhabited centres. After an unfavourable season the species survives only in those concentrations where even at that time the colony found such ecological conditions, due to the peculiarities of micro-climate or other reasons, which ensured their viability. In other places the colonies lose their viability during the unfavourable period. Even having survived until the favourable season they perish entirely, as we repeatedly observed in nature. The vole colonies with a lowered viability are smaller in number and the weight of individuals, either do not propagate or propagate with a low intensity, have increased susceptibility to diseases, a lower level of metabolic exchange, and a narrow range of optimum temperatures.

Predators and epizootics affect the numbers of voles (and other rodents) depending on the viability of the colony and ecological conditions. On the basis of ecological conditions we may predict not only the number of voles but also the degree of activity of predators and the possibility of epizootics.

Thus the correct idea of the demands of the species to feeding conditions, climate, and the knowledge of these factors for previous seasons, give a real possibility of a reliable long-range forecast of the propagation of the species. We consider it of special importance for forecasting to use data which characterise the ecological environment during a previous period.

Of definite importance is the initial number of rodents and their local centres of distribution, as these indices show to a certain extent how favourable the conditions were during previous seasons for this or that species. For example, a wide spread of one species is a result of favourable ecological conditions for it in the past, and concentration in one or two centres testifies to unfavourable conditions. The propagation capacity of the rodent should also be taken into account. For ground squirrels *(Citellus)* the initial number and " stational " distribution are the major factors of forecast for the next year ; these factors are also essential for sand mice *(Rhombomys opimus)* but of lesser importance for red-tailed sand mice *(Meriones erythrourus)* and less still for voles *(Microtus)*.

On the basis of what has been said above, special attention in forecasting should be given to the ecological situation in those seasons of the year which are usually most unfavourable for the given species (critical seasons) and the stational distribution of the species after those seasons. Consideration is also given to the stational distribution and the number of the species at the end of the favourable season of the year. This usually necessitates making surveys and registrations twice during a year. Only in some individual districts with an especially continental climate and where unfavourable conditions exist both in winter and in summer, 3 or 4 surveys during a year are necessary. The time of such obligatory surveys and registrations is specific for each district.

It is quite natural to assume that the larger the area surveyed, the more reliable will be the data obtained for the forecasting of rodent populations. However experience has shown that even sample surveys, if they embrace the whole complex of centres in the given natural economic districts, give enough information for forecasting. In practice the surveys are carried out in a farm by the staff of special observation stations. In addition, in case of necessity, mass surveys are carried out by State and collective farms. The information obtained by observation stations is taken as a basis, and that obtained in the course of mass surveys as additional.

The evaluation of ecological conditions for the past season (year) is worked out on the basis of data showing the ecological conditions over the entire territory of the district.

In connection with what has been said above, it was necessary to determine in the USSR natural-economic districts with similar pre-requisites for the fluctuations in the number of rodents (dynamics of population). By the present time this determination of districts in respect of the existing conditions for the fluctuations in the number of major species harmful to agriculture has been basically completed on the territory of the USSR. It has been taken into account in this work that in various parts of the USSR the critical seasons for the same species do not coincide, due to the climate in those parts. Thus the critical season for the social vole *(Microtus socialis)* is winter in the steppe part of the Crimea, and summer in Azerbaijan.

que les conditions écologiques lui ont été favorables dans le passé, alors que le phénomène de concentration en un ou deux points indique que les conditions ont été défavorables. Les raisons de la propagation ou de la régression des populations sont simples à comprendre d'après ces concentrations.

La synthèse de toutes les données relatives aux caractéristiques écologiques et physiologiques de différentes espèces aux différentes conditions écologiques dans certaines zones de l'URSS nous permet de mettre au point les critères de prévision de la densité des populations. Les prospections et recensements de différentes espèces sont limités à certaines périodes pour chaque zone. L'ensemble du territoire de l'URSS a été divisé en 10 zones ; les recensements ont lieu habituellement deux fois par an, une fois à la fin de la saison favorable et l'autre à la fin de la saison défavorable. Trois ou quatre prospections ne sont nécessaires que dans certaines zones à climat particulièrement continental. On détermine pour chaque zone l'association des conditions climatiques et agricoles qui entraîne l'augmentation ou la régression des populations. C'est ainsi qu'en Transcaucasie, en Asie Centrale, comme dans les steppes du Kazakstan et de la Sibérie, les facteurs climatiques sont d'une importance de premier plan dans la formation du milieu écologique des espèces locales, alors que dans la partie européenne de l'URSS, ce sont les mesures agrotechniques et économiques qui importent. L'expérience a prouvé que l'étude des données recueillies par sondages, à condition que les zones étudiées soient représentatives de l'ensemble des points de concentration d'une région économique naturelle donnée, suffisait à donner assez de renseignements pour élaborer des prévisions. Des tableaux de prévisions ont été établis à l'intention des agents travaillant sur le terrain. Ces tableaux offrent 4 ou 5 combinaisons possibles de répartition géographique par espèce de rongeur ainsi que les conditions écologiques de l'année précédente. L'agent décide en fonction de ces renseignements quelle est la combinaison qui correspond à la situation devant laquelle il se trouve et quelles sont les mesures préventives à appliquer. On améliore actuellement les critères de prévisions et la définition des zones aux conditions climatiques semblables en relation avec les fluctuations de populations. Ces critères de prévisions ont été vérifiés par de nombreuses années d'expérience et se sont révélés justes. Les bases théoriques ainsi établies, nous pourrons juger les tendances des populations de rongeurs par leurs conditions physiologiques actuelles. Le recensement à certaines périodes définies des populations de rongeurs et la définition de leur distribution géographique sont à cet égard d'une grande importance.

Toutefois, ces données sont importantes moins à titre d'indices de la densité des différentes espèces (notamment pour celles dont les fluctuations sont sensibles) que parce qu'elles révèlent la mesure dans laquelle les conditions écologiques passées leur ont été favorables.

REFERENCES *

ALIKHINA, E.V., *1954*. — Effect of water regime on the ovogenesis and spermatogenesis of some harmful rodents. (Dissertation for the Degree of Candidate of Agr. Sc.) Institute of Plant Protection.

ASKEROV, G.Ya., *1953*. — Dynamics of ordinary vole population on the mountainous pastures of Azerbaijan. (Dissertation). Institute of Plant Protection.

FORMOSOV, A.N., *1935*. — Fluctuations in the number of the hunting animals. Kogiz.

————, *1937*. — The program and methods of work of observation stations in the registration of mouse rodents for the forecasting of their mass propagations. *Transactions* of the Moscow State University, *13*.

GLADKINA, T.S. & POLYAKOV, I.Ya., *1956*. — Criteria of forecasting population of the red-tailed sand mouse in Azerbaijan and Southern Uzbekistan. *Zoological Magazine*, *35*, nº 6. (Published by the Academy of Sciences of the USSR).

GOLENISCHEV, N.N., *1954*. — Effect of feeding, temperature and light on the growth and development of the ordinary vole. (Dissertation for the Degree of Candidate of Agr. Sc.) Institute of Plant Protection.

KAGANTSEVA, R.M., *1952*. — Effect of the conditions of existence on the development of heat regulation of voles. *Transactions* of the Institute of Plant Protection, Selkhozgiz.

————, *1953*. — Effect of the conditions of existence on the growth of the ordinary and social voles. (Dissertation for the Degree of Candidate of Agr. Sc.) Institute of Plant Protection.

KALABUKHOV, N.I., *1935*. — Regularities of the mass propagation of mouse rodents. *Zoological Magazine*,*14*, nº 2.

MOKEYEVA, T.M., *1952*. — Food and water metabolism of certain species of voles and sand mice. *Transactions* of the Institute of Plant Protection, *4*, Selkhozgiz.

NAUMOV, N.P., *1945*. — Geographical changeability of the dynamics of population and evolution. *Journal of General Biology*, nº *1*.

————, *1948*. — Essays of comparative ecology of mouse rodents. (Published by the Academy of Sciences of the USSR.)

NAUMOV, N.P., *1953*. — Dynamics of population of the ordinary vole (*Microtus arvalis* Pall.) and methods of its forecast in the central part of the USSR. *Zoological Magazine*, *32*, nº 2.

PEGELMAN, S.G., *1951*. — Experimental studies of the susceptibility of grey voles to the infection by the cultures of mouse-killing bacteria. (Dissertation for the Degree of Candidate of Agr. Sc.) Institute of Plant Protection.

POLYAKOV, I.Ya., *1937*. — Materials on the biology of the social vole (*Microtus socialis* Pall.) in the steppes of the Crimea. Collection of Scientific Works of the Institute of Plant Protection for 1936.

————, *1949*. — Essence of the theory of mass periodical propagations of voles and mice. *Journal of General Biology*, *3*. (Published by the Academy of Sciences of the USSR.)

————, *1950*. — Theory and practice of forecasting of mouse rodent populations. The Second Ecological Conference, Summaries of Reports, Part 2. (Published by the Kiev State University.)

————. — On the theory of forecasting populations of small rodents. *Journal of General Biology*, *2*.

————, *1956*. — Changeability of rodent populations with the changes in their number. *Journal of General Biology*, *17*, nº *1*. (Published by the Academy of Sciences of the USSR.)

SVIRIDENKO, P.A., *1934*. — Propagation and mortality of mouse rodents. *Transactions* on Plant Protection. *3*, serial 4.

————, *1950*. — Regularities of mass appearances of mouse rodents. The Second Ecological Conference. Summaries of Reports. (Published by the Kiev State University.)

VINOGRADOV, B.S., *1934*. — Materials on the dynamics of fauna of mouse rodents in the USSR.

Resolution of the Second Ecological Conference on the Mass Propagations of Animals and their Forecast, *1951*. — Summary of Reports. Part 3. (Published by the Kiev State University.)

Resolution of the Third Ecological Conference, *1955*. — (Published by the Kiev State University.)

* Tous les titres indiqués sont traduits du russe. — All titles given are translated from the Russian.

The critical seasons of the species which are characterised by a different degree of adaptation also do not coincide even if they live in the same station. Thus in Azerbaijan the critical season for the red-tailed sand mouse *(Meriones erythrourus)* is predominantly winter, while for the social vole *(Microtus socialis)* it is summer.

The laws of formation of ecological environment for the rodents in separate districts due to climate and the economic use of land should also be taken into consideration. When forecasting rodent populations in Transcaucus, Central Asia, steppe districts of Kazakhstan and Siberia, the climatic factors are of major importance since they dominate in the formation of ecological environment for the local species.

In the European part of the USSR, dominating factors are agrotechnical methods and other economic measures. The volume and the quality of control measures should also be taken into account, especially in forecasting the ground squirrel *(Citellus)* population.

The whole USSR territory has been divided so far into 10 large districts. For each separate district there have been determined, with due consideration to the local species of rodents, the criteria of forecasting their populations. Thus in the Transcaucasus, if summer is humid and cool then during autumn, winter and spring a rise in the number of voles *(Microtus socialis)* is to be expected. If the summer is relatively humid during two years in succession, there may occur a mass propagation of voles. If, besides, winters in those years are relatively warm and with little snow, then there is a rise in the number of sand mice *(Meriones)*. If the winter is warm during two years in succession while the summer between the winters is dry, sand mice may rise in number and the voles will decrease. Detailed division into districts and criteria of forecasting of rodent populations are described in the manual* on registration forecasting of rodent populations.

For practical workers there have been drawn up the following tables of forecasting in relation to various natural economic districts :

SPECIES OF RODENT	TIME OF OBLIGATORY SURVEY	INHABITED STATION (LAND)	NO. OF COLONIES (per hectare)	WEATHER (by seasons in previous year compared with mean perennial data)	FIELDS (and character of farming operation for past year by seasons)	FORECAST of rodent population	NECESSARY CONTROL MEASURES to prevent propagation of rodents

Provision is made in the table for the possibility of making predictions as to the changes of the rodent population in the following year and of determining the necessary volume of preventive measures on the basis of numbers of rodents at definite periods of time and their distribution over the area after favourable and unfavourable seasons with due consideration to weather and economic conditions in the past year. We do not require any characteristics of ecological conditions for the future period, assuming the farming conditions are known to the surveyor from the production plan of the farming unit while the expected meteorological conditions are evaluated by the mean perennial indices. It is quite sufficient, since the decisive factors are the conditions in previous seasons. The tables worked out for separate districts give the 4 - 5 most likely combinations of stational distribution of the given rodent species and ecological conditions after unfavourable and favourable seasons. By these combinations there are given the possible changes in rodent populations to be expected in future seasons. The surveyor then decides what combination corresponds to the existing situation.

These forecasting criteria were verified in practice for many years and the work has given positive results. Now we are improving the criteria of forecasting, and working on a further specification of the districts with similar conditions for the propagation of rodents and new criteria of forecasting for those districts and species for which they have not as yet been evolved. Theoretical propositions for this work have already been delineated. We will judge about the future trends in rodent population by their physiological condition at the present time. This condition is determined on the basis of analysis of ecological conditions which depend on weather and various agricultural measures during the previous period. Important in this respect are the registrations of rodent numbers and their stational distribution which are made at definite periods of time. These data are important, however, not so much as indices of the numbers of rodents (especially those with wider fluctuations) but as indices of the degree of favourableness for them of ecological conditions during past seasons.

At the same time the direction of research has been determined, aimed at the clarification of 3 points :

1. Feeding and heat regulation requirements of individual species with due consideration to their changeability in the course of ontogenetic development.
2. Changes in the relation of each species to the environment depending on the satisfaction of their feeding and heat regulation requirements at various stages of ontogenesis.
3. The basic regularities in the changes of feeding conditions, heat regulation and survival of the species in various natural-economic districts of the country under the influence of natural causes and human activity.

(List of references on opposite page)

* *Forecasting of Appearance and Registration of the Number of Pests and Diseases of Agricultural Crops*, 1958. Published by the Ministry of Agriculture of the USSR, Moscow.

DEUXIÈME COMMUNICATION

Méthodes utilisées en Belgique pour le recensement des populations de *Microtus arvalis* Pall.

par **J. BERNARD** *(Belgique)*

Les méthodes de recensement des populations animales ont fait l'objet depuis longtemps d'études nombreuses et diverses. En ce qui concerne les vertébrés, les principaux travaux de ce genre portent sur les populations de poissons, de gibier, d'animaux à fourrure et surtout de micromammifères, principalement des rongeurs. Pour ces derniers, l'abondance et la diversité des méthodes préconisées témoignent de la difficulté du problème.

En général, toutes les méthodes peuvent se classer en deux grandes catégories : les unes fournissent des valeurs relatives, les autres des valeurs absolues.

Les premières consistent à attribuer aux populations d'une espèce déterminée un indice arbitraire de densité, dont l'établissement repose sur l'observation de certaines manifestations d'activité. Les signes les plus couramment retenus à ce sujet sont le nombre ou l'importance des traces de passage, la disparition plus ou moins complète des ressources alimentaires de l'espèce en cause, le recensement des fèces ou des lieux de défécation, l'observation visuelle ou auditive d'individus de l'espèce étudiée, etc.

Il existe aussi un procédé artificiel qui consiste à chiffrer la densité de population en notant la consommation journalière d'un appât offert à ses membres. Ce dernier moyen est surtout utilisé pour les rongeurs domestiques (méthode de Chitty). Enfin, certains auteurs établissent des indices de densité de population sur la base de captures faites dans des pièges placés dans des endroits fixes où le passage de l'animal ne peut être déterminé que par le hasard. Ce sont les traplines des auteurs anglo-saxons. Les pièges sont placés en des points équidistants les uns des autres ou dans la coulée la plus proche de ces points. Les chances de passage d'un animal sont évidemment plus grandes en année d'abondance de l'espèce qu'en année de rareté.

Les méthodes absolues se proposent de fournir le nombre exact d'individus peuplant une aire déterminée. Toutes reposent sur le piégeage. Deux méthodes sont utilisées : la capture d'animaux vivants relâchés par la suite (Lincoln Index) et l'utilisation de pièges tuant leur victime. Par ce dernier procédé, la précision n'est obtenue qu'en vidant littéralement une aire déterminée de tous les occupants appartenant à l'espèce en cause.

Les méthodes absolues présentent toutes l'inconvénient d'être plus longues et plus fastidieuses que les méthodes relatives. De ce fait, leur utilisation n'est possible que sur des surfaces restreintes.

Le choix du procédé de piégeage est déterminé par certains éléments propres à l'espèce en cause. Il faut tenir compte entre autres de l'importance et de la nature de ses déplacements, de l'existence et la grandeur éventuelle du territoire, de la sensibilité aux appâts ou à des modifications du site, etc.

Par exemple, dans l'ordre des rongeurs, le mulot *(Apodemus sylvaticus)* est une espèce erratique, effectuant des déplacements à de grandes distances de son terrier ; il semble être sensible à certains attractifs. Par contre, la plupart des Microtidae sont des animaux au territoire exigu, dont les déplacements ne se font qu'en suivant des " coulées " permanentes, ne dépassant jamais les quelques mètres séparant le terrier de la source de nourriture. Ils paraissent en outre insensibles aux attractifs usuels.

***

Au cours de nos travaux sur l'écologie de *Microtus arvalis,* nous avons mis au point deux méthodes de recensement de densité de population. La première est destinée à permettre de suivre avec précision les changements de structure et de densités survenant dans les populations au cours de l'année. La seconde est destinée à fournir une idée schématique d'ensemble de l'importance des populations sur des territoires étendus.

1. Étude précise des variations de densités de population

Pour l'établissement de la méthode utilisée à cette fin, nous nous sommes largement inspirés des travaux antérieurs de Bole et de Stickel. Le principe en est le suivant : capturer en peu de temps tous les individus peuplant une aire déterminée, aussi grande que possible, mais dont le périmètre est minimum.

Le choix d'une surface la plus grande possible est imposé par un souci d'exactitude. Il correspond au concept du " plus grand échantillon possible " de toute étude biométrique. Toutefois, ce choix est limité par les moyens opératoires dont on dispose. Bole préconise un carré de 50 mètres de côté.

Le périmètre doit être le plus court possible de façon à limiter la réinvasion de l'aire piégée. Le souci d'opérer dans un laps de temps très bref répond à la même exigence.

La diminution brutale du nombre de représentants d'une espèce donnée sur une aire déterminée, crée en effet un vide biologique. Celui-ci va tendre à se faire combler par les individus de la même espèce occupant les zones limitrophes, où ils étaient précédemment maintenus par la compétition avec les disparus.

La nécessité d'opérer le plus rapidement possible implique qu'il faut placer dès le premier jour des pièges dans tous les endroits fréquentés par les rongeurs, entre autres devant tous les orifices de galeries.

SECOND PAPER

Methods Used in Belgium for Estimating Populations of *Microtus arvalis* Pall.

by **J. BERNARD** *(Belgium)*

The methods of estimating animal populations have for many years been studied from many angles. For vertebrates most work of this nature has been done on populations of fish, game, fur-bearing animals, and especially small mammals, mainly rodents. The abundance and diversity of the methods recommended for estimating populations of rodents is an indication of the difficulty of the problem.

In general, all methods can be placed in one of two main categories : the first providing relative values, the second absolute values.

The first (relative values) consists in attributing an arbitrary indication of density to populations of a given species, this being arrived at by the observation of certain manifestations of activity. The manifestations most often considered are the traces left by the rodents, the disappearance either entirely or partially of the food consumed by the species in question, counting of droppings or the places where they are deposited, visual or aural observation of the species, etc.

There is also an artificial process which consists in estimating the density of population in relation to the daily intake of bait. This method is used principally for domestic rodents (Chitty's method). Finally, some workers arrive at the indication of density of the population on the basis of captures in traps placed in fixed spots where the animals pass at random (what English-speaking writers call " trap-lines "). The traps are placed as nearly as possible at equal distances. There is of course greater chance of an animal passing in years when the population is high than when the species is rare.

Absolute methods aim at stating the exact number of rodents in a given area, and in each case this is achieved by trapping. Two methods are used : the capture of living rodents which are subsequently released (Lincoln Index), and the use of traps which kill. In the latter case, precision is obtained only by literally emptying a given area of every individual of the species in question.

The absolute methods have the disadvantage of being longer and more tedious than the relative methods, and are therefore possible only over small areas.

In choosing the trapping method, certain factors peculiar to the species must be taken into consideration, such as nature and extent of movement, the existence and extent of specific territories, sensitiveness to baits or changes within the locality, etc.

For example, the wood mouse *Apodemus sylvaticus* is a wandering species which moves far from its hole; it seems to be sensitive to certain attractants. On the other hand, most Microtidae stick to their own territory and move always in the same " runs ", never going beyond the few metres between the hole and the food supply. Moreover they appear not to be sensitive to the usual attractants.

***

In our work on the ecology of *Microtus arvalis*, we have worked out two methods of estimating the density of populations. The first enables us to follow with accuracy the changes in structure and density of populations during the year. The second gives us a general overall idea of the density of populations over large areas.

1. Close Study of the Variations in Density of Population

In working out this method we drew largely on the earlier works of Bole and Stickel. The principle is as follows : to capture within a short time all the rodents of the given species in a certain area, an area as large as possible, but with the smallest possible perimeter.

The need for accuracy calls for the largest possible area. It corresponds to the conception of the " largest possible sample " of all biometrical studies. A limiting factor is, however, the operational means available. Bole recommends a square with sides of 50 metres.

The circumference must be as short as possible in order to limit the reinvasion of the area being trapped. The need for speed of the operation also calls for the shortest possible perimeter.

The sudden reduction of the number of specimens of a given species in a given area creates a " biological vacuum". There will be a tendency for this to be filled by individuals of the same species in the immediately surrounding zones — where they were previously kept through competition with those individuals which have disappeared.

The necessity for speed in the operation involves the placing of traps from the very first day in all the places frequented by the rodents — for example in front of all burrow holes.

Ces conditions ne sont toutefois pas applicables dans les terrains cultivés du sud de la Belgique. Aussi avons-nous été contraints de modifier la méthode des auteurs américains. Voyons les principaux points de notre technique opératoire :

a. SURFACE. — Dans les provinces méridionales, où les cultures sont relativement petites, les parcelles arables ont rarement 50 mètres de large. Il existe en général de fortes différences entre les densités de population suivant la nature de la culture pratiquée. Aussi devons-nous toujours limiter chaque aire de piégeage à une seule parcelle cultivée. De plus, en culture fourragère, par exemple, le nombre d'orifices de galeries est tellement élevé que l'aire piégée doit être réduite.

Dans ces conditions, nous avons adopté deux surfaces types. Quand la largeur de la parcelle le permet, nous piégeons sur une aire carrée de 30 mètres de côté, soit sur une superficie de 9 ares. Si le terrain est plus étroit, le côté est ramené à 20 mètres, soit à une superficie de 4 ares.

b. PÉRIMETRE. — La surface dont le périmètre est minimum est le cercle. Aussi Bole et Stickel préconisent-ils cette forme pour les parcelles piégées.

Pour les mêmes raisons que celles qui ont été invoquées au paragraphe précédent, l'exiguïté des champs, nous n'avons pas utilisé de surfaces circulaires. En effet, la superficie d'un cercle de diamètre égal à la largeur utile (30 ou 20 m) est de 7 ou 3 ares, alors que les carrés correspondants à des côtés de ces dimensions représentent respectivement des aires de 9 et 4 ares.

Pour ces raisons nous avons choisi la forme carrée, qui présente pour une même surface le plus petit périmètre après celui du cercle.

c. RAPIDITÉ D'EXÉCUTION. — *Microtus arvalis* est une espèce dont l'activité de fouissement est énorme. Aussi, même lorsque l'abondance de l'animal n'est pas excessive, un champ envahi est criblé de nombreux orifices de galeries dont beaucoup sont abandonnées. Le piégeage devant tous ces " trous " et couloirs constitue une perte de temps et entraîne un risque d'erreur. En effet l'existence d'un grand nombre d'orifices augmente les chances de l'animal de sortir sans se faire capturer.

Afin d'obvier à cet inconvénient, nous bouchons tous les trous huit jours avant le début du piégeage.

d. PROCESSUS OPÉRATOIRE. — Dans les régions de culture, les pratiques aratoires provoquent périodiquement de fortes perturbations dans les populations de campagnols. Aussi pour suivre l'évolution de ces populations au cours des années successives, est-il nécessaire de localiser les aires de piégeage dans des cultures occupant le sol pendant plusieurs années et ne requérant qu'un minimum de façons culturales. Les cultures fourragères et herbagères répondent le mieux à ces critères. Dans la majorité des cas, c'est dans ce type de milieu que nous piégeons.

Une semaine après le bouchage général des trous, les trappes sont placées devant les orifices réouverts des galeries. Nous utilisons des pièges type " trappe à souris ". Nous choisissons un modèle dont l'élément sensible est constitué d'une planchette aussi large que possible et non d'un simple crochet. Ces trappes, employées sans appât, sont disposées de façon que tout animal sortant ou rentrant dans la galerie soit obligé de passer sur elle. Cela nous oblige parfois à placer quatre et même cinq pièges autour d'un seul trou.

Le relevé des prises est fait tous les matins, environ 24 heures après avoir armé les trappes. Les animaux capturés sont emballés séparément dans un sac numéroté et conservés aux fins d'autopsie ultérieure. L'emplacement de chaque capture est porté sur un plan de la parcelle piégée.

e. DURÉE DE LA PÉRIODE DE PIÉGEAGE. — Bole et Stickel considèrent que trois nuits constituent la durée optimum de piégeage pour établir un bon indice de densité de population de micromammifères.

Nous avons piégé quelquefois pendant 15 jours consécutivement. Dans chacun de ces cas, une chute brutale du nombre de captures a été observée après la troisième nuit, suivie d'une augmentation, six à sept jours plus tard. Ce dernier phénomène est à imputer à la réinvasion. En conclusion, comme les deux auteurs américains, nous avons limité la durée de l'opération à trois nuits.

f. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS. — Le total des animaux capturés au cours des trois nuits de piégeage est divisé par le nombre d'ares de la surface piégée. Ce quotient fournit un indice traduisant le nombre moyen d'animaux à l'are.

Si pour une même localité le piégeage est effectué sur plusieurs surfaces différentes, le taux moyen de densité de population pour cette localité est calculé en divisant le nombre total de prises par la somme des superficies, en ares, de toutes les parcelles piégées.

(Stein effectue le calcul inverse. Il divise la surface piégée par le nombre d'animaux capturés et obtient ainsi un indice qui pourrait être qualifié " d'espace vital " réservé à chaque individu.)

A première vue, la méthode utilisée offre prise à la critique sur deux points : les perturbations éventuelles entraînées dans la population par le bouchage préalable des trous et l'erreur par excès due à la pénétration dans la parcelle d'individus étrangers, dès la deuxième nuit de piégeage.

En ce qui concerne le premier, des expériences antérieures nous ont montré que le bouchage ne donne lieu qu'à de très faibles perturbations dans les populations de *M. arvalis*.

La seconde objection est très importante quand il s'agit de rongeurs aux mœurs erratiques tels que *Apodemus* sp. et *Peromyscus* sp. Il n'en est pas de même en ce qui concerne *M. arvalis*. Cette espèce est très casanière et en année d'abondance moyenne, les groupes familiaux n'occupent qu'un territoire exigu, de quelques mètres carrés. Il est d'ailleurs très visible car il perce de nombreux trous et parcourt de multiples sentiers joignant les orifices de sorties et les lieux de nutrition et de défécation.

Quand les limites de la parcelle choisie traversent un de ces territoires, on risque de commettre une erreur par excès si l'emplacement du terrier n'est pas inclus dans l'aire piégée. On obvie à cet inconvénient en choisissant les parcelles de telle sorte que leurs bordures ne traversent aucun territoire dont le terrier soit situé en dehors de ses limites.

De toute façon, les résultats que nous avons obtenus avec cette méthode au cours des années successives sont très satisfaisants. Il nous ont permis de traduire en graphique les variations de densités de populations de *Microtus arvalis* dans trois communes belges.

These conditions cannot, however, be applied in the cultivated land in the South of Belgium, and we have therefore been obliged to change the method of the American writers. The main features of our technique are :

a. *SURFACE.* — In the southern provinces, where cultivated plots are comparatively small, the arable plots are rarely 50 m. wide. In general there are big differences in the density of populations according to the nature of the crops. We therefore always have to limit each trapping area to a single cultivated plot. Moreover, in fodder crops, for example, there are so many burrow holes that the trapping area must be reduced.

In view of these conditions we have adopted two standard areas. When the size of the plot makes it possible, we trap on a 30 m. × 30 m. area, i.e. 9 ares. If the plot is narrower, we reduce to a 4-are site (20 m. × 20 m.).

b. *PERIMETER.* — The surface with the smallest perimeter is the circle. Both Bole and Stickel therefore recommend a trapping area of this shape.

For the same reasons as those given above (smallness of the plots) we have not used circular trapping areas. The area of a circle of suitable diameter (30 or 20 m.) is 7 or 3 ares, whilst the squares corresponding to sides of these dimensions represent respectively 9 and 4 ares.

For these reasons we have chosen the square, which for the same trapping area gives the smallest perimeter after the circle.

c. *SPEED OF OPERATION.* — *Microtus arvalis* is a species with enormous burrowing activity. Thus, even when the population is not excessive, an infested field is riddled with holes, many of which have been abandoned. To place traps before all these holes and passages involves waste of time and risk of error. The existence of a great number of holes increases the chances of the animal getting out without being caught.

In order to meet this difficulty, we stop up all the holes a week before we begin to trap.

d. *PROCEDURE.* — In agricultural districts, farm work periodically causes great disturbance in the populations of field voles. Thus, to study populations over a period of years, it is necessary to confine trapping areas to fields grown in the same crop for several years and involving a minimum of agricultural processing. Grass and fodder crops are the best from this point of view, and in most cases it is on such land that we trap.

A week after the stopping of the holes, the traps are placed in front of all re-opened holes. We use mouse traps, and the model we have chosen is not that which releases a simple hook, but one which incorporates a plate, this being as wide as possible.

These traps, used without bait, are placed in such a way that any animal leaving or entering the hole cannot avoid passing over it — which means we sometimes have to place 4 or 5 traps around a single hole. The traps are emptied every morning. The captures are placed separately in numbered bags and kept for possible later dissection. The location of each capture is marked on a plan of the plot.

e. *DURATION OF THE PERIOD OF TRAPPING.* — Bole and Stickel consider that the optimum duration of trapping to obtain a good indication of the density of population of small rodents is 3 consecutive nights.

We have sometimes trapped for 15 consecutive days, and there was always a sharp decrease in the number of captures after the third night, followed by an increase 6 or 7 days later, this latter phenomenon being due to reinvasion.

Like the two American authors, we finally limited the duration of the operation to 3 nights.

f. *INTERPRETATION OF RESULTS.* — The total number of animals caught during the three nights of trapping is divided by the number of ares of the surface trapped. This quotient gives an indication of the average number of animals per are.

If trapping is carried out on several different plots in the same locality, the average density of population for that locality is calculated by dividing the total number of catches by the total number of ares. (Stein does the contrary. He divides the area trapped by the number of animals caught, and thus obtains what might be termed the " living space " occupied by each individual.)

At first sight the method used is open to criticism on two points : possible disturbances in the population by the previous blocking of the holes, and the error (over-estimation) due to the penetration of " outsiders " into the plot on and after the second night of trapping.

In regard to the first objection, previous experiments have proved that the stopping of the holes causes only very slight disturbance in populations of *M. arvalis*.

The second is very important when it is a question of rodents with erratic habits such as *Apodemus* sp. and *Peromyscus* sp. It is not so with *M. arvalis*. This species is very " stay-at-home " and in a year of average infestation, each family will occupy only one small space of a few metres square. It is, moreover, very visible, because it makes many holes and follows numerous tracks between the holes and the places of feeding and defecation.

When such a place is on the edge of the chosen trapping area, there is a risk of over-estimation of the population unless the burrow itself is included in the trapping area. This difficulty is avoided by choosing trapping areas the edges of which do not cross any rodent territory belonging to a burrow situated outside the trapping area.

In any case, the results we have obtained with this method over a period of years are very satisfactory. They have enabled us to show in graph form the variations in density of populations of *Microtus arvalis* in three Belgian communes.

2. *Étude géographique des variations de densité de population*

Le piégeage requiert un temps très long, de ce fait, les méthodes précises ne peuvent s'appliquer qu'à des surfaces réduites. Aussi, afin de surveiller les variations de populations sur des étendue de l'ordre d'une province, nous avons eu recours à une méthode plus rapide. Elle repose sur le comptage de traces d'activité du rongeur, en l'occurrence les orifices de sorties des galeries. La technique est la suivante :

L'observateur parcourt un certain nombre de fois une distance de 100 mètres dans les champs attaqués. Au cours du trajet, il note les " taches " ou groupes d'orifices de sorties des galeries. Celles-ci sont classées suivant le nombre de trous qui les constituent. Les classes adoptées sont les suivantes :

Trous isolés
Taches constituées de 2 à 5 trous
— — 6 à 10 —
— — 11 à 20 —
— — 21 à 30 —
— de plus de 30 trous.

Si l'invasion est très forte, au point qu'il soit impossible de différencier les taches les unes des autres, on compte le nombre de trous observés sur cinq fois un mètre carré. Ces surfaces sont relevées sur un parcours de 100 mètres, en cinq points distants l'un de l'autre de 25 mètres.

Pour simplifier le travail, les distances sont mesurées au pas, ce qui n'entraîne aucun inconvénient.

Le dépouillement des résultats se fait de la façon suivante :

Dans le premier cas, on additionne le nombre total de trous observés sur le parcours de 100 mètres en prenant comme base de calcul la moyenne de chaque classe, soit :

1 trou
3,5 trous
8 —
15,5 —
25,5 —

En ce qui concerne la classe " plus de trente trous ", elle est considérée arbitrairement comme constituée de groupes de 50 trous.

Dans le second cas, on fait la moyenne du nombre de trous observés sur les cinq mètres carrés et on multiplie celle-ci par cent.

Chaque lieu d'observation est ainsi représenté par un certain nombre de chiffres, chacun d'eux résultant d'un parcours de 100 mètres. Leur moyenne constitue un indice de l'importance des populations de campagnols.

Ce type de comptage est effectué chaque année, en décembre, dans des biotopes constants, 75 communes environ, réparties dans les différentes régions agricoles du sud de la Belgique.

Pour terminer, nous tenons à remercier M. van den Bruel, directeur de la Station d'Entomologie, qui nous a toujours aidé de ses conseils et de sa longue expérience. La mise au point de ces méthodes est le résultat de longues et fructueuses discussions avec lui.

(Références bibliographiques en regard)

RÉSUMÉ DE LA DISCUSSION

Les deux méthodes utilisées en BELGIQUE *pour le recensement des populations de* Microtus arvalis *ne peuvent être comparées par application simultanée sur le terrain, car l'une est destinée à des superficies beaucoup plus vastes que l'autre. Ces deux méthodes de recensement ont révélé une légère augmentation des populations de campagnols en 1957, qui n'a cependant pas donné lieu à l'afflux massif prévu pour 1958, sans doute en raison de l'humidité du printemps de 1958.*

En FRANCE, *aucune étude de population proprement dite n'a été entreprise, mais un grand nombre de renseignements ont été réunis au cours de la vérification de l'action des mesures de lutte. Trois méthodes ont été appliquées, à savoir : notation de la consommation journalière d'appât par la méthode de Chitty, " line-trapping ", et dénombrement des trous réoccupés. Comme ces trois méthodes ont toutefois donné des résultats différents, même appliquées sur le même terrain, on a conclu qu'aucune d'elles ne donnait des indications exactes.*

En BELGIQUE, *où de semblables différences ont été observées, on suppose que celles-ci sont surtout imputables aux difficultés que comporte la notation de la consommation d'appât. On estime en outre que le " line-trapping " n'est pas approprié pour* M. arvalis, *dont les déplacements sont en principe si rigoureusement fixes qu'il ne se prendra que dans les pièges placés exactement sur sa piste. On a observé dans le sud de ce pays que les populations de campagnols augmentaient principalement dans les herbages permanents, et étaient suivies de migrations vers les champs de trèfle, de céréales et de cultures à racines. Ces migrations ont donné l'impression de ne pas être causées nécessairement par une nécessité alimentaire mais par d'autres facteurs écologiques. La nourriture ne semble pas d'une importance de premier plan, car l'espèce manifeste apparemment peu de préférences et se nourrit de tout ce qu'elle trouve ; aussi l'analyse des matières fécales ne semble-t-elle pas fournir de données intéressantes. En revanche, les expériences de laboratoire ont mis en évidence une influence incontestable de la nourriture sur le taux de la reproduction, et les observations sur le terrain ont également révélé que certaines plantes favorisaient la reproduction.*

2. *Geographical Study of the Variations of Density of Population*

Trapping takes a long time, and precise methods can only therefore apply to small areas. In order to observe the variations of populations over areas of the size of a province, we have therefore used a quicker method. It involves the counting of traces of activity of the rodent, i.e. the burrow holes. The technique is a follows :

The observer goes several times over a distance of 100 metres in the infested fields. He notes the number of " spots " or groups of burrow holes, which are classified according to the number of holes each comprises, the classification being :

Isolated holes.		
" Spots "	comprising	2 to 5 hole
—	—	6 to 10 —
—	—	11 to 20 —
—	—	21 to 30 —
—	—	over 30 holes

If infestation is so heavy that it is impossible to differentiate the groups of holes, the observer counts the number of holes on five times a square metre. This is done over a distance of 100 metres — at 5 points at 25 metre distances.

To simplify the work, distances are measured by paces, which involves no difficulty.

The results are studied in the following way :

In the first case, the observer adds the total number of holes over the 100 metre distance, taking as a basis of calculation the average of each group, i.e. :

1	hole
3.5	holes
8	—
15.5	—
25.5	—

The " over 30 holes " group is arbitrarily considered as comprising 50 holes.

In the second case, the observer takes the average of the number of holes in the 5 square metres, and multiplies by 100.

Each place under observation is thus represented by a certain number of figures, each resulting from a survey over 100 metres. The average constitutes an indication of the size of the vole population.

Such a survey is carried out, every year in December, in unchanging biotopical conditions, covering about 75 communes throughout the different agricultural regions of southern Belgium.

In conclusion, I would like to thank M. van den Bruel, Director of the Entomological Station, who has always given us the benefit of his advice and long experience. The elaboration of these methods is the result of long and fruitful discussions with him.

REFERENCES

BOLE, B.P.J., *1939*. — The Quadrat Method for studying small mammal populations. *Scient. Public. Cleveland Mus. Nat. Hist.* 5 (4) : 15-77.

STEIN, G.H.W. & REICHSTEIN, *1957*. — Ueber ein neues Verfahren zur Bestimmung der Bestandsdichte bei Feldmäusen, *Microtus arvalis* Pall. *Nachrichtb. d. Deuts. Pflanzenschd.* *11* (8) : 149-154.

STICKEL, L.F., *1949*. — Experimental analysis of methods for measuring small mammal populations. *Jl. Wildlife Mngmt.* *10* (2) : 150-159

SUMMARY OF DISCUSSION

The two methods of estimating populations of Microtus arvalis *in BELGIUM cannot be compared by applying them in the same field, as one is designed to cover far bigger areas than does the other. Both methods of counting showed a slight increase of vole numbers in 1957, from which the peak populations which were expected in 1958 did not, however, materialise, probably due to the humid conditions prevailing in the Spring of 1958.*

In FRANCE no population studies as such have been undertaken, but during the checking of the efficacy of control measures a good deal of information has been collected. Three methods have been applied, namely : measuring of bait consumption by the Chitty method, line-trapping, and counting of re-opened holes. However, as the three methods yielded different results even when applied in the same field, it was concluded that none of them gave the correct answer.

In BELGIUM, where such discordance has also been observed, it has been assumed that this was mainly due to difficulties in measuring bait consumption. Moreover it has been felt that line trapping was not suitable for M. arvalis *which normally has such a rigid pattern of movement that it will only enter traps which happen to be placed exactly on one of its runways. In the South of that country it has been observed that increase of vole numbers occurred mainly in permanent grassland, and was followed by migrations to clover, cereals and root crops. The impression has been that these migrations are not primarily caused by food conditions but by other ecological factors. Probably food would not be so important, as the species seems to have little special preference and eats anything it finds. For that reason the analysis of intestinal contents would not provide many interesting data. On the other hand, laboratory experiments have shown a definite influence of food on the rate of reproduction, and field observations have also indicated that certain crops favour reproduction.*

En 1957, époque où les populations étaient assez faibles en Belgique, la FRANCE faisait face aux pires attaques qu'elle ait jamais connues. Quatre millions d'hectares ont dû être traités en automne et en hiver, et 3000 tonnes de grain empoisonné utilisées. Ces faits illustrent les différences qui existent entre des pays voisins, et partant, la complexité du problème. En BELGIQUE, des différences frappantes ont été enregistrées entre des endroits situés à des distances aussi faibles que 10 ou 20 km.

Ainsi donc, il est difficile de définir exactement la périodicité des populations maximales. De nombreux pays d'Europe ont cependant eu de fortes populations en 1949, sans doute dues à l'augmentation progressive qui s'est produite au cours de l'été anormalement chaud et sec de 1947 et s'est poursuivie pendant les étés de 1948 et 1949, qui ont également été très secs. Dans la presque totalité de ces pays, cette année de pointe a été suivie d'une autre, trois ans plus tard, en 1952. On pense, en FRANCE, que de fortes infestations se produisent en règle générale tous les 10 ou 11 ans, mais dans les polders du bord de l'Atlantique, où 30 à 40 % de la terre arable est en herbages, le cycle des 3 - 6 - 9 ans signalé par Elton se réalise. Au ROYAUME-UNI, en ce qui concerne M. agrestis, *les courbes de populations peuvent varier selon les régions, bien que rien de tel n'ait été constaté ces deux dernières années. Pendant l'été de 1957, les populations ont été fortes partout, puis elles ont partout diminué. En règle générale, les facteurs locaux semblent déterminer la densité des populations, d'où découlent les différences entre régions, mais il semble qu'une influence de caractère plus général soit actuellement en jeu.*

Sur la proposition du délégué de l'UNION SOVIÉTIQUE, il a été convenu qu'il serait souhaitable que l'OEPP demande à ses pays membres de fournir chaque année des renseignements sur les populations de rongeurs, avec prévisions pour l'année suivante, en précisant la méthode d'évaluation employée. De cette manière, il serait possible d'accumuler des renseignements sur un certain nombre d'années, ce qui permettrait de tirer une conclusion sur la question de savoir s'il est possible d'établir une " loi statistique " régissant l'incidence des populations.

IV. LUTTE CONTRE LES SCIURIDÉS

PREMIÈRE COMMUNICATION

La lutte contre les spermophiles en URSS

par **I. J. POLYAKOV** *(URSS)*

Nous donnons ci-dessous un résumé *en langue française du rapport du professeur Polyakov. Le texte intégral de la communication, en langue anglaise, figure en pp.* 55, 56, 57 *et* 59.

Sur les dix espèces de spermophiles existant en URSS, sept sont largement répandues et très nuisibles à l'agriculture et aux herbages. Environ 70 % des dégâts sont causés par *Citellus pygmaeus* Pall. La méthode de l'appâtage est la plus couramment employée en URSS contre les spermophiles, étant la plus efficace et la moins onéreuse. Le poison employé est le phosphure de zinc. La planification et l'organisation des mesures d'éradication sont faites avec grand soin, compte tenu des informations relatives à l'apparition des points de concentration sur les territoires occupés par les populations de spermophiles et à la régénération des populations dans les zones traitées de diverses régions naturelles et économiques de l'URSS.

La méthode de l'appâtage a été élaborée sur une base écologique et physiologique. Il a été établi qu'avec du poison employé pur, la dose léthale de phosphure de zinc provoquant une mortalité de *Citellus pygmaeus* Pall. presque égale à 100 % est de 80 mg par kg de poids vif. Lorsque le poison est présenté sur du grain sans enveloppe (blé, seigle ou farine d'avoine) le même degré de mortalité est obtenu avec 160 mg par kg de poids vif. Avec des grains d'avoine, que l'animal décortique, environ 80 % du poison est perdu. La mortalité désirée n'est donc obtenue qu'avec 800 mg de poison par kg de poids vif. Les spermophiles ont toutefois une préférence pour l'avoine.

Il a été prouvé en théorie et vérifié dans la pratique que les appâts suivants étaient les plus efficaces (lorsqu'ils sont répandus à partir du sol) : 100 parties de grain, 15 % de phosphure de zinc et 4 à 4,5 % d'adhésif (huile minérale ou végétale). Il faut un appât de 2,5 à 3 g d'avoine (80 à 100 grains) pour détruire un spermophile de 400 g. Il en faut environ 10 fois moins pour détruire les jeunes.

(Suite du résumé français en p. 58)

In 1957, when populations in BELGIUM were rather low, FRANCE had to face the worst infestations it has ever witnessed. In Autumn and Winter, 4 million ha. had to be treated, and 3000 tons of poisoned grain were used. This illustrated the differences between neighbouring countries, and therefore the complexity of the problem. In BELGIUM, striking differences were recorded even over distances as small as 10 or 20 km.

Thus it is not easy to state a definite periodicity of peak population. However, many European countries had dense populations in 1949, probably due to a gradual increase which was initiated in the abnormally dry and hot Summer of 1947 and continued in the Summers of 1948 and 1949 which were also very dry. In practically all these countries this peak year was followed by another, three years later, in 1952. In FRANCE the impression is that in that country heavy infestations generally occur every 10 or 11 years, but in the polders along the Atlantic coast, where 30 to 40 % of the arable land is under grass, the 3-6-9 year cycle mentioned by Elton applies. In the UNITED KINGDOM, with regard to M. agrestis, *population curves may differ for different regions, although this has not been the case in the last 2 years. In the Summer of 1957 populations were high everywhere and in all places a decrease followed. Normally local factors would determine the numbers and regional differences would result, but it seems that an influence of a more general character is now operating.*

On the proposal of the delegate from the SOVIET UNION, it was agreed that EPPO should ask its member countries to supply information each year on the estimated rodent populations, with forecasts for the following year, giving also the method of evaluation employed. In this way it would be possible to accumulate data over a period of years which would enable a conclusion to be drawn as to whether a " statistical law " governing population incidence can in fact be determined.

IV. CONTROL OF SQUIRRELS

FIRST PAPER

Ground Squirrel Control in the USSR

by ***I. J. POLYAKOV*** *(USSR)*

Seven of ten species of ground squirrels existing in the USSR are widely spread and most harmful for agricultural crops and grasslands. The most aggressive are *Citellus pygmaeus* Pall., *Citellus suslicus* Güll., *Citellus erythrogenys* Brandt and *Citellus undulatus* Pall. Approximately 70 % of the damage is caused to the crops by *Citellus pygmaeus* Pall. and therefore work in the line of finding effective eradication measures has been directed above all against this squirrel.

Ground squirrels are rodents with a comparatively stable population and it is thus possible to decrease considerably the damage caused by them by using extensive eradication measures that cause a mortality of the rodents which is greater than their natural multiplication.

When devising control measures against rodents in the USSR, the main attention has been paid to the bait method, as this method can be mechanised and therefore is quite economical.

The choosing of the proper poisons, bait products, bait compound and the ways of feeding them to the rodents (by spreading or concentrated application, place of application, size of the ration, rate of the bait per hectare) have been worked out on the basis of a study by species of :

- — The lethal dose of the poison for given species of rodents if used in a pure form or with different baits, the variation of the dose depending on the age and physiological conditions of the squirrel population.
- — The property of the poison to cause a primary or secondary defensive reflex reaction, and through what receptors.
- — Choice of food, ways of feeding and seeking for food by species ; determination of the significance of separate receptors for food-seeking of the rodents.
- — The choice of habitats and the relations between specimens within a habitat and with other habitats.
- — The order of regeneration depending on whether the population is more or less rigidly bound to certain centres and on the use of the land by the farms.

Thus the choice of eradication measures and their application were defined on the basis of the syntheses of all the above factors and of the evaluation of the economical efficiency of the measures.

The safety of the methods for domestic animals and useful wild fauna was also taken into consideration.

Several bait methods of squirrel control for various natural and farming conditions have been worked out and introduced into practice in the USSR during the last years.

For poisoning the rodent from the ground the following bait is used : 100 parts of oats mixed with 4 parts of vegetable or 4.5 parts of mineral oil (more often motor oil AK-10) used as an adhesive agent for the poison, and 15 parts of zinc phosphide.

When the bait is spread from the air 5 parts of oil and 20 parts of poison are taken for 100 parts of oats. The bait is far more readily accepted by the rodents if it is prepared with vegetable oil and sometimes it increases the mortality of the squirrels as compared with that obtained with a motor oil mixture.

The most widely applied methods of bait control of ground squirrels are the following :

1. The sowing of the bait from truck or cart on all mounds made by the squirrels when digging permanent burrows, at the rate of 20 - 30 g. to a mound. Each bait dose should cover 0.5 to 3 sq. meters. This

(Continued on p. 56)

method is used on vast virgin massifs where the average number of mounds is not more than 30 to a hectare.* The quantity of bait in such case should be from 0.3 to 0.6 kg. per hectare and a truck with two workers can treat 300 - 400 hectares per day. A cart can do 50 - 60 hectares per day with 1 or 2 workers.

2. The sowing of bait from trucks on 30 - 40 % of the mounds at the rate of 30 - 35 g. per mound. This method is used on large massifs with a big number of mounds (over 30 per hectare). Using this method, strips 10 m. wide, where all mounds are treated with bait, alternate with strips 20 - 25 m. wide with non-treated mounds. The bait is applied at the rate of 1 - 1.5 kg. per hectare. One truck with 2 workers can treat 250 hectares per day.
3. The application of bait by hand on comparatively small plots of grassland and near burrows in fields. The bait is applied on grassland at the rate of 20 g. per mound, in fields at the rate of 10 - 15 g. per burrow. The rate of the bait per hectare is usually 0.5 - 0.6 kg. One worker can treat from 12 to 20 hectares per day. Sometimes this treatment is done from horseback.
4. The application of the bait to vertical burrows at the rate of 10 - 20 g. per burrow. If there are more than 150 burrows per hectare (of which as a rule 50 (one third) are vertical), it is recommended to put the bait not in all burrows but only in 20 - 30 % of them. This method is used when there is a great danger of poisoning the useful fauna. One worker can treat 8 - 12 hectares per day.
5. Narrow strip or intermittent spreading of bait from air. The width of the treated strip when using this method should be 5 - 7 m. and the width of the alternating (untreated strip) 18 - 20 m. When the treatment is done in the " pulsating " way (with intervals) the width of the treated strip should be 4 - 6 m. and the length 17 - 19 m., with the interval and distance between them equal to 15 - 16 m. The rate of the bait applied by this method is 1.5 - 2 kg. per hectare. The aircraft can treat from 600 to 2,000 hectares a day ; or 70 - 150 hectares per day and per worker, taking service personnel into account as well. The application of the bait from air is used on large massifs.

The methods described above are efficient enough and quite safe for useful mammals if the rules for work with poisons and poisoned baits are strictly observed. The pasturing of livestock on plots where baits have been applied is prohibited during 10 - 12 days.

The plots where poisoned baits have been applied are dangerous for birds which feed on grain, while the placing of baits in the vertical burrows is quite safe for all useful fauna but this method is more laborious and for this reason it is applied only when it is necessary to fully protect the useful fauna.

All the bait methods described here and used to control ground squirrels are founded on the ecological and physiological factors established by observing *Citellus pygmaeus* Pall.

The lethal dose of zinc phosphide causing about 100 % mortality is 80 mg. of pure poison introduced through the mouth per kg. of live weight. If the poison is given on a huskless grain (wheat, rye, oat meal) 160 mg. of poison per kg. of live weight are required to cause 100 % mortality. But in cases when the poison is given on oat grains, which the squirrel husks, 80 % of the poison is lost and the lethal dose should be 800 mg. of poison per kg. of live weight. However, as oats are the favoured bait product the great loss of poison cannot be avoided.

At the time most favourable for controlling *Citellus pygmaeus* Pall. (the period of pregnancy and of feeding the young) approximately 30 - 40 % of the rodents weigh 300 - 400 g., the rest are lighter. The poison dose used for the oat bait should therefore be estimated to kill specimens weighing 400 g. and thus amounts to 320 mg. If there are 15 parts of zinc phosphide to 100 parts of grain (actually 12 % of poison), about 2.5 - 3 g. of bait or 80 - 100 poisoned grains are required to kill big squirrels. It is quite clear that the majority of adult squirrels in the population weigh less and will be poisoned by eating a smaller quantity of bait.

Young squirrels weighing up to 100 g. are less resistant to zinc phosphide. 30 - 32 mg. per kg. of live weight cause an almost 100 % mortality ; thus to kill a young squirrel a bait 10 times smaller than the one for an adult squirrel is quite enough.

It has also been observed that most resistant to zinc phosphide are one year old specimens and that during the season the activity and general resistance of the rodents undergo some changes. But this circumstance does not make it necessary to change the ingredients of the bait. It is recommended to use a bait with 15 % of zinc phosphide. If 5 % of the poison is used the quantity of bait product should be increased 3 times and this lowers the mortality of adult squirrels as it becomes difficult for them to find and eat the lethal dose.

If wheat is used for the bait, 5 times less bait is needed for killing the rodents. But considering that the rodents eat it less willingly than oats, it is necessary to use the same amount of poison as with oats, i.e. 15 % of the grain weight.

Zinc phosphide does not cause a primary reaction on the part of the ground squirrel. But after 2 - 3 cases of sub-lethal poisoning a protective reflex reaction appears very quickly and the rodents begin to reject the bait. This is taken into consideration when choosing the components of the bait and the way of application. It is also taken into account that the squirrels actively look for grain during the visual analysis of their habitat. The looking for grain is not dependent on special stimuli ; it is the normal and necessary staple food. Only in hot and dry weather, when the moisture in plants is low (below 30 - 40 %), do the squirrels begin to seek not for grain, but for succulent food. However even during such a period the rodents cannot fatten and prepare themselves for hibernation without any grain. This enables the bait to be concentrated, as the squirrels are quite active. It has also been observed that when the relations between ground squirrels are intensive, they visit the same burrows, hills and other places and therefore each portion of bait contains enough poison to kill not one, but several squirrels. That is why the bait need be applied only in a few points thus making the application of it both by hand and by machine easier.

The fact that the squirrels actively look for seeds (poisoned bait as well) and that they move about freely enables the bait to be applied from air in narrow strips and in a concentrated way. Ground equipment is also constructed

* If the number of mounds is not more than 30 to a hectare they usually run in chains or are located in separate points with a considerable free space between the points. If there are more than 30 mounds to a hectare they are distributed evenly and their number usually amounts to 100 - 200 per hectare.

(Continued from p. 56)

to apply the bait in concentrated mass without any regard to burrows or hills. Experimental work has shown that this method has good prospects.

It has been established that the reduction of separate bait rations or the sowing of the rations over a bigger area, as well as the reduction of the rate of the bait when applied from the air, results in a considerable survival of adult squirrels *(Citellus pygmaeus* Pall.*)*.

The method of application of poisoned baits has also proved to be quite efficient against *Citellus suslicus* Güll., *Citellus erythrogenys* Brandt and *Citellus undulatus* Pall.

Citellus suslicus Güll. is apparently less resistant to zinc phosphide ; therefore bait containing 10 % of poison is used to control this squirrel.

As the squirrel population is rather stable and the influence of natural factors is inconsiderable, only eradication measures can really reduce the number of these harmful rodents. But in spite of the large scale of eradication measures carried out in the USSR, the number of squirrels and the damage caused by them is being reduced very slowly. With the present practice of squirrel control carried out only on plantations or near them, the number of the rodents on the treated plots is quickly filled in by rodents coming from the untreated areas. Thus in the West Kazakhstan region (the Kazakh Republic) a total of 8.5 million hectares has been treated during the last fifteen years and 37 million squirrels have been trapped. The area inhabited by them amounts to 7 million hectares.

But only during recent years, when the bait method has been practised, has the damage caused by rodents (destruction of crops) been reduced from 10 % (in 1953) to 3 % (in 1957).

The area inhabitated by the squirrels has remained the same, not counting the new agricultural territories, from which the rodents have partly been driven out.

As the bait method of squirrel control radically reduces their harm the necessity arose to find rational forms for its application in different natural conditions. For this purpose the occurrence of concentration-centres within the territory of squirrel populations in different regions of the USSR and the order of the regeneration of their population in treated areas have been studied.

In West Kazakhstan the main mass of squirrels is concentrated in the virgin lands, which amount to from 30 - 40 % to 60 - 80 % of the land occupied by collective and state farms. The squirrels migrate to the plantations as soon as the grain crops are shooting, and during the harvest. The majority of the rodents leave the plantations and return to the virgin lands (predominantly to lowlands), where at this time (July-August) they can still find succulent vegetation. Only individual mature specimens enter into hibernation on the plantations. However, the number of squirrels on the virgin land along a strip of about 500 m. adjacent to the plantations, is 2 to 4 times as large as on the virgin land beyond. This is to be explained by better feeding conditions for the rodents in the border region of the plantation. It has been established that after a thorough application of baits in pastures and particularly in the 500 m. strip adjacent to the plantations, before the young leave the burrows, there are practically no squirrels in the plantation and no eradication measures are required on the plantations themselves.

In West Kazakhstan in 1953 two massifs, each of 10,000 ha., and in 1954 one massif of 80,000 ha. were treated against squirrels with the purpose of defining the order of the regeneration of the squirrel population. During the following years (up to 1957) the multiplication of the ground squirrels was closely observed, the age of the population, their number and stational distribution being registered separately for the treated and non-treated zones.

It was established that after a good and efficient treatment there is no need of control during the next 2 - 3 years. The cost of the eradication work is covered 20 times during the first 2 years by the crops and fodder plants saved.

On the treated area the population is very scarce, especially if the treatment was efficient. However, a second concentration of the rodent is noticed in areas most favourable for their existence — more often near plantations.

The re-establishment of the squirrel population on the treated area is explained not by the propagation of the survivors but by migration of squirrels from the untreated area. Mainly young squirrels move to the treated area. During the year of the treatment the relative number of the young in the treated areas is considerably lower than in the untreated areas. However by the next spring the majority of the population are one year old squirrels. As has been shown by ringing, the young cover a distance of up to 6 - 7 km. during the season. The migrating young also concentrate in the places where the surviving population has concentrated for the second time — mainly near the plantations. During the second and third years after the treatment the rodent population increases considerably. In 4 years the number of the squirrels in treated massifs reached 16 - 26 % compared with the untreated. Beginning with the second or third year, the squirrel population grows not only as a result of migration but also as a result of propagation of the original population.

On the basis of the findings, it has been recommended in some regions of the USSR, where the farms have large areas of virgin grassland, to plan a simultaneous treatment of the massifs. And the following year it is considered expedient to treat additionally the places of the second concentration of the squirrels, i.e. about 5 - 10 % of the total area of the treated massif. These measures noticeably hold back the re-establishment of the squirrel population.

The experience of West Kazakhstan has shown that it is better to carry out such eradication work in large massifs with special teams. Such a team of 25 workers, with 6 trucks for spreading the bait and all necessary equipment, can treat about 60,000 ha. in a season, and thus 15,000 ha. will be cleared of squirrels (taking into account areas not inhabitated by them).

In regions where there are no more virgin lands — such as the Ukraine, Moldavia, the Central Chernozem zone of the RSFSR — over 30 % of squirrels permanently live in the plantations and also hibernate there. The active period of *Citellus pygmaeus* Pall. here is shorter than in Asian districts of the USSR. They finish accumulating fat (even the young ones) before the harvesting of cereal crops. At the same time the squirrels' habitats do not include large massifs. The inhabited areas alternate with large uninhabited areas. Therefore the re-establishment of the squirrel population here is very slow. Thus, an experiment carried out in the Dniepropetrovsk region (Ukraine) showed that the number of squirrels on treated areas practically did not increase during two years and was less than 1 rodent per hectare, while

(Suite de la p. 54)

Plusieurs modes d'application des appâts ont été mis au point, compte tenu des particularités biologiques des spermophiles. Les méthodes suivantes sont actuellement recommandées et employées : *1.* les appâts sont semés à partir de camions à raison de 20 à 35 g par monticule de spermophile ; *2.* les appâts sont semés par des équipes à pied près des terriers à raison de 10 à 15 g par terrier ; *3.* les appâts sont déposés dans les terriers verticaux (soit dans tous, soit dans seulement 20 à 30 % quand ils sont denses) à raison de 10 à 20 g par terrier ; *4.* les appâts sont semés d'avion en fine traînée ou par intermittence à raison de 1,5 à 2 kg à l'hectare.

Sur la base des données relatives à l'efficacité économique de la méthode de l'appâtage dans la lutte contre les spermophiles, et au processus de régénération des populations de spermophiles dans les zones traitées des diverses régions de l'URSS, de nouvelles mesures sont mises au point pour empêcher les dégâts de ce rongeur. Les hypothèses scientifiques nécessaires et une expérience pratique suffisante ont permis d'élaborer et de mettre en application sur l'ensemble du territoire de l'URSS un plan d'élimination des dégâts dus aux spermophiles.

DEUXIÈME COMMUNICATION

Les écureuils en Grande-Bretagne et les mesures de lutte

par Mme **M. VIZOSO** *(Royaume-Uni)*

Il n'y a qu'une seule espèce d'écureuil des arbres indigène en Grande-Bretagne : *Sciurus vulgaris leucourus,* qui se distingue notamment des autres races d'écureuil roux par le fait que sa fourrure blanchit tous les ans. Il est certain que des écureuils roux originaires du continent ont été introduits de temps à autre en Grande-Bretagne, mais à l'exception d'une seule zone (Epping, en Angleterre) on sait peu de choses sur leur survie. Il n'existe en Grande-Bretagne ni spermophiles ni écureuils volants, et depuis 1930 environ, le seul membre des Sciuridae qui cause des difficultés aux cultivateurs sur une vaste échelle est l'écureuil gris d'Amérique introduit en Grande-Bretagne, *S. carolinensis.* Ce phénomène est partiellement dû au fait que l'écureuil roux est devenu rare en Grande-Bretagne depuis 1930 et est quasi absent dans une grande partie du pays.

L'écureuil roux est devenu très abondant vers la fin du XIX^{e} siècle et l'est resté dans certaines régions jusqu'aux années 20. Bien que considéré communément comme un habitant des forêts de conifères, il a gagné pendant ce temps les forêts d'arbres feuillus et les zones semi-urbaines. On trouvait déjà de nombreuses références dans la littérature antérieure à cette époque sur les dégâts causés par cette espèce aux peuplements de pins sylvestres *(Pinus sylvestris)* et ces dégâts se sont intensifiés quand les écureuils roux sont devenus plus nombreux. Le mélèze a également été attaqué, ainsi que des noix et des fruits sur l'arbre, des œufs de volaille et de gibier, et des produits maraîchers. Dans certaines régions, des primes étaient versées pour la destruction des écureuils roux. Dans la New Forest, dans le sud de l'Angleterre, des mesures de lutte ont continué d'être appliquées contre les écureuils roux entre 1880 et 1927, en raison des dégâts causés aux jeunes arbres. En Écosse, le club des chasseurs d'écureuils (Highland Squirrel Club) dont l'action s'exerce sur trente à quarante des grands domaines de la région, compte à son actif plus de 82.000 écureuils détruits entre 1903 et 1954.

Les dégâts les plus graves sont causés à de jeunes pins sylvestres ; les arbres choisis habituellement ont entre 10 et 40 ans. L'écorce est arrachée du tronc vers le sommet de l'arbre (souvent les derniers 3 mètres) le cambium étant endommagé. La zone rongée peut monter en spirale le long du tronc ou l'encercler complètement. Les dégâts sont principalement observés pendant les mois de mai, juin et juillet. Les sommets meurent, ou sont tellement affaiblis que le vent les arrache. L'arbre est alors de peu de valeur. Bien que le pin sylvestre soit l'arbre le plus souvent attaqué, on note également des dégâts sur *Pinus contorta,* l'épicéa *(Picea abies)* et le mélèze d'Europe *(Larix decidua).* Il semble que les écureuils roux ne s'attaquent pas aux arbres feuillus.

Une maladie épidémique largement répandue a sensiblement réduit le nombre des écureuils roux en Grande-Bretagne entre 1862 et 1924, et un grand nombre d'animaux morts a été observé d'abord en Écosse, puis en Angleterre, enfin en Irlande et au Pays de Galles. C'est alors que les populations de l'écureuil gris introduit en Grande-Bretagne se sont rapidement développées, étendant leur aire de dissémination, facteur qui semble avoir gêné la reconstitution de la population d'écureuils indigènes. L'écureuil roux est aujourd'hui très peu combattu en Grande-Bretagne.

L'écureuil gris est un animal de taille plus importante que l'écureuil roux. Il passe pour un habitant des forêts d'arbres feuillus, mais il s'est révélé, en Grande-Bretagne, capable de survivre dans une grande variété d'habitats, et de préférence dans les bois mixtes d'arbres adultes où les chênes sont assez abondants. La première introduction suivie d'établissement dont nous ayons connaissance remonte à 1876 ; elle a été suivie de nombreuses autres. Non seulement les animaux ont été amenés d'Amérique et du Canada, mais leurs descendants ont été disséminés pour former de nouveaux foyers en maints endroits d'Angleterre, du Pays de Galles, d'Écosse et d'Irlande. Ces foyers ont commencé à se rejoindre vers 1930 ; jusqu'alors, rien n'avait été entrepris pour enrayer l'extension du rongeur. Quand il apparut avec évidence que du fait du climat et de l'habitat associés à l'absence à peu près totale de prédateurs, les populations d'écureuils gris devenaient de plus en plus abondantes et répandues et pouvaient causer de graves dégâts, il aurait été possible d'entreprendre leur éradication ; mais en 1931, les populations d'écureuils gris marquèrent un recul et furent

in the untreated area there were 22 squirrels per hectare. This makes it easier to eradicate the ground squirrels in old regions of intensive farming.

The research work has enabled us to differentiate the measures for the eradication of the ground squirrels depending on the ecological and economic conditions of various regions in the USSR. Thus in districts of the Kazakhstan, Volga, Orenburg, and Rostov regions, as well as in Siberia, it is recommended to use trucks for spreading poisoned baits to control the squirrels near plantations (along strips up to 500 m. wide), while in virgin lands remote from plantations aircraft can be used in addition to trucks. The treatment of areas near settlements, livestock farms, in places of concentration during the flight and nesting of useful birds, and also in plantations, should as a rule be carried out by hand. In Moldavia, Ukraine, the Central Chernozem region and Ciscaucasus districts it is highly recommended to place the poisoned baits in the vertical burrows made by the squirrels. The spreading of the baits near the burrows is permitted only in places where there are no vertical burrows, or where they are scarce, and treatment from trucks only on the state lands.

It has been established by calculation that systematic work against squirrels during 3 years in the European districts of the USSR and during 5 years in Asian districts will bring pronounced results in the eradication of squirrels.

SECOND PAPER

Squirrels and their Control in Britain

by Mrs. **M. VIZOSO** *(United Kingdom)*

There is only one species of tree squirrel native to Britain : *Sciurus vulgaris leucourus,* which is distinguished from other races of red squirrel mainly by the annual whitening of the coat. Continental red squirrels have undoubtedly been released in Britain from time to time, but except for one area (Epping, England) little is known about their survival. Britain has no ground squirrels nor flying squirrels, and since about 1930 the only member of the Sciuridae to cause widespread concern amongst crop-growers has been the introduced American grey squirrel, *S. carolinensis.* This is partly because the red squirrel has become scarce in Britain since that time, and is virtually absent over a large part of the country.

The red squirrel became very abundant towards the end of the 19th century and continued so until the 1920's in some districts. Although commonly considered to be an animal of conifer forest habitat, during this time it spread into hardwood and semi-urban areas. Many references exist in the literature before this time describing damage caused by the species to stands of Scots pine *(Pinus sylvestris),* and this damage was intensified when red squirrels were numerous. Larch was also attacked, and crops of nuts and fruit, eggs of poultry and game, and garden produce were also damaged. Bounties were paid by some estates to encourage destruction of red squirrels. In the New Forest, S. England, control measures were continued against red squirrels between 1880 and 1927, because young trees were being damaged. In Scotland, the Highland Squirrel Club, operating over thirty to forty of the large estates there, accounted for well over 82,000 squirrels from 1903 to 1954.

The most serious damage is that caused to young trees of Scots pine ; trees between 10 - 40 years are usually chosen, and bark is stripped from the main stem towards the crown of the tree (often the top 10 feet) the cambium layer being damaged. The stripped area may spiral up the trunk, or may girdle it completely. Most damage is done during May, June and July. The crowns die, or are weakened so that they are blown out by the wind. The distorted tree is then of little value. Although Scots pine is the tree usually attacked, damage has also occurred to lodgepole pine *(Pinus contorta),* Norway spruce *(Picea abies)* and to European larch *(Larix decidua).* Hardwood trees do not appear to be attacked by red squirrels.

A widespread epidemic disease greatly reduced the numbers of red squirrels throughout Britain between 1862 and 1924, and many dead animals were found : first in Scotland, then in England, then Ireland and Wales. At the same time, the introduced grey squirrel was rapidly increasing in numbers and range, and this appears to have depressed the recovery of the native squirrel population. Very little action is taken against red squirrels in Britain to-day.

The grey squirrel is a larger animal. It is said to be an animal of hardwood forests, but in Britain it has proved itself capable of surviving in a wide variety of habitats, and is particularly successful in mixed woodlands of mature trees where oaks are fairly abundant. The first successful introduction of which we have a record was in 1876, and this was followed by many more. Not only were the animals brought over from America and Canada, but offspring from successful introductions were distributed to form new foci in many parts of England, Wales, Scotland and Ireland. These centres had begun to merge by 1930, and until then no effort was made to prevent its spread. When it became clear that climate and habitat, together with virtual absence of predators, were leading to an abundant and widespread population of grey squirrels which were capable of causing serious damage, eradication might have been achieved ; but in 1931 grey squirrels suffered a setback, and were reduced in numbers by a disease thought to have been coccidiosis. Not until six years later, when the population had recovered and increased considerably, was it made illegal to import

réduites par une maladie que l'on croit avoir été la coccidiose. Ce n'est que 6 ans plus tard, quand les populations se furent reconstituées et eurent sensiblement augmenté qu'il fut déclaré illégal de les importer ou de les conserver délibérément. Comme le problème posé par les dégâts des écureuils gris devenait plus aigu, la Forestry Commission et le ministère de l'Agriculture prodiguèrent conseils et encouragements à ceux qui désiraient détruire les écureuils. Des cartouches gratuites furent fournies aux membres des clubs de chasseurs d'écureuils (Squirrel Clubs), et enfin une prime fut offerte pour la queue de tout écureuil gris détruit. Cette prime fut supprimée 5 ans plus tard, en 1958, lorsqu'on s'aperçut que cet encouragement était insuffisant pour assurer une lutte efficace ou éviter les dégâts. L'élimination de l'écureuil gris par l'homme semble actuellement impossible en Grande-Bretagne du point de vue économique. En conséquence, on s'attache à mettre au point des moyens plus variés et plus efficaces pour prévenir les dégâts.

Les dégâts les plus graves causés par l'écureuil gris sont ceux qu'il inflige aux essences à bois dur quand les principales branches sont dépouillées de leur écorce. De nombreux arbres peuvent être tués ou déformés en quelques semaines ; les attaques se produisent de la fin avril à la fin juillet. Bien que les dégâts soient plus importants par temps sec, les arbres situés en bordure des cours d'eau sont attaqués ainsi que ceux qui se trouvent dans des endroits dépourvus d'eau, ce qui semble indiquer que les écureuils s'intéressent à la sève à cette époque de l'année.

Le sycomore est souvent endommagé au sommet, c'est en outre l'espèce la plus fréquemment attaquée. Le hêtre est en revanche fréquemment rongé autour le la souche. Viennent ensuite de nombreux autres arbres feuillus ainsi que quelques conifères ; c'est-à-dire, dans l'ordre de leur sensibilité : sycomore *(Acer pseudoplatanus)*, hêtre *(Fagus sylvatica)*, chêne *(Quercus robur, Q. petraea)*, bouleau *(Betula* spp.*)*, frêne *(Fraxinus excelsior)*, châtaignier *(Castanea sativa)*, mélèze du Japon *(Larix leptolepis)*, pin sylvestre *(Pinus sylvestris)*, peuplier *(Populus* spp.*)*, charme *(Carpinus betulus)*, érable *(Acer platanoides* et spp.*)*, *Pinus nigra*, pin maritime *(Pinus pinaster)*, *Thuja plicata*, tilleul *(Tilia* spp.*)* et *Pinus contorta*. L'écureuil s'attaque de préférence aux arbres de 10 à 40 ans.

Les écureuils gris enlèvent également la graine des peuplements d'arbres de valeur ; ils endommagent les cultures de céréales voisines des bois ; ils prennent les fruits — mûrs ou non — dans les vergers ; enfin, ils menacent naturellement toutes les noix de culture. Les cultivateurs et les gardes-chasses se plaignent que les écureuils gris volent pour les manger les œufs des oiseaux de basse-cour et du gibier. Un ou deux écureuils dans un jardin suffisent à endommager des bulbes, des fleurs, des légumes et des fruits.

Les méthodes de destruction des écureuils sont les suivantes : destruction des nids, armes à feu, piégeage en tunnels ou en cages. Une méthode de lutte courante consiste à détruire tous les nids d'un bois au moyen de perches métalliques coulissantes. Les arbres doivent de préférence être défeuillés afin que les nids soient nettement visibles. Les animaux chassés de leurs nids sont tués au fusil. La principale période de reproduction de l'écureuil gris va du début janvier à avril ; les jeunes sont élevés dans les nids, qui peuvent se trouver de 2 à 25 mètres au-dessus du sol. La destruction complète de tous les nids est une méthode utile car il est ensuite plus facile d'en détecter la reconstruction, signe de réinvasion. A moins de fusils exercés et d'excellents chiens, quelques écureuils parviennent toutefois à s'échapper.

Les écureuils se prennent dans des pièges indolores placés dans des tunnels artificiels aux endroits où les animaux sont susceptibles de se promener sur le sol. La curiosité les fait prendre. De janvier à juillet, on peut appâter ces tunnels avec des grains de maïs entiers ; un appâtage à blanc avant la mise en place des pièges peut amener une rapide succession de captures. On utilise souvent des pièges à tunnels non appâtés pour capturer des écureuils en automne et en hiver.

La méthode de lutte la plus efficace contre les écureuils gris consiste peut-être à employer les cages appâtées. Le maïs entier, utilisé comme appât, attire les écureuils sauf pendant les mois où ils trouvent en abondance glands, faînes, châtaignes ou noisettes, c'est-à-dire, la plupart des années, d'août à novembre inclus. Après des récoltes très abondantes, il arrive que les pièges appâtés donnent peu de résultats avant avril ou mai, mais on peut toujours escompter de bons résultats à l'époque de l'année où les écureuils occasionnent le plus de dégâts.

Les pièges sont placés sur le sol nu près des arbres choisis par les écureuils pour y construire leurs nids ou pendant la migration. On place un ou deux pièges par acre ; les endroits choisis sont appâtés à blanc jusqu'à ce qu'apparaissent des indices révélant que les écureuils viennent s'y nourrir. Les pièges sont tendus le soir et visités deux fois par jour afin que l'animal pris soit enlevé et tué.

Des recherches ont montré que les écureuils gris se déplacent beaucoup pendant certains mois de l'année — notamment mai et juin. Les cultivateurs ne peuvent donc pas compter sur les mesures de lutte appliquées l'hiver pour protéger leurs cultures pendant la période où les dégâts sont occasionnés, sauf si tous les domaines voisins ont également entrepris avec soin l'éradication de l'écureuil. Une expérience faite avec des écureuils marqués a montré que ceux-ci parcourent jusqu'à 5 ou 6 kilomètres en un mois ; c'est donc en été que la lutte doit être effectuée si l'on veut éviter les dégâts. La meilleure arme à l'heure actuelle est le piège appâté.

Aux termes de la loi sur la protection des animaux, il est illégal d'empoisonner les écureuils en Angleterre ; l'emploi du poison n'est autorisé que pour " les rats, souris et autre petite vermine rampante " ; en conséquence il est impossible de procéder dans le pays à des expériences sur le terrain.

Comme la plupart des dégâts sont causés par des écureuils à une saison où ils trouvent relativement peu de nourriture dans les bois, et souvent peu d'eau également, peut-être pourrait-on obtenir de bons résultats avec le poison. En Écosse, cependant, la loi est rédigée de telle sorte qu'il serait possible de faire des expériences sur le terrain, aussi est-il prévu de profiter de cette possibilité. Reste à déterminer : *1.* le poison qui occasionne la mortalité maximum dans le minimum de temps ; *2.* l'appât qui attire les écureuils même en présence d'autre nourriture ; *3.* la méthode qui peut être mise au point pour protéger les autres espèces. Ce dernier problème est particulièrement difficile à résoudre quand des écureuils roux et gris coexistent dans une même région.

Enfin, en ce qui concerne les repellents, nous n'avons pas encore découvert une substance chimique simple et peu coûteuse à appliquer sur toute l'écorce des troncs d'arbre et qui protégerait les arbres des écureuils, d'avril à juillet inclus.

them or to keep them deliberately. As the problem of damage caused by grey squirrels became more acute, the Forestry Commission and the Ministry of Agriculture provided advice and encouragement to those wishing to destroy squirrels. Free cartridges were issued to members of Squirrel Clubs, and finally a bounty was offered for the tail of every grey squirrel killed. The bounty was withdrawn in 1958, after five years, when it became plain that the incentive was insufficient to produce effective control of numbers or to prevent damage occurring. Eradication of the grey squirrel in Britain by man seems at this stage not to be an economic possibility : attention is therefore concentrated on the development of more varied and effective means of preventing damage.

The most serious type of damage caused by grey squirrels is that inflicted upon pole-stage hardwood trees when bark is peeled from the main stems. Many trees can be killed or distorted in a few weeks, and attacks are made from the end of April until late July. Although damage is usually more severe in dry weather, trees growing alongside streams are attacked as well as those growing where water is not available for drinking ; this suggests that the sap is attractive at that time of year.

Sycamore is often damaged in the crown, and is the species most frequently attacked ; while beech trees are often girdled round the butts. Many other hardwood trees, and also some conifers, suffer in this way. Placed in order of susceptibility to attack, the list runs : sycamore *(Acer pseudoplatanus)*, beech *(Fagus sylvatica)*, oak *(Quercus robur, Q. petraea)*, birch *(Betula* spp.*)*, ash *(Fraxinus excelsior)*, sweet chestnut *(Castanea sativa)*, Japanese larch *(Larix leptolepis)*, Scots pine *(Pinus sylvestris)*, poplar *(Populus* spp.*)*, hornbeam *(Carpinus betulus)*, maple *(Acer platanoides* and spp.*)*, Corsican pine *(Pinus nigra)*, maritime pine *(Pinus pinaster)*, *Thuja plicata*, lime *(Tilia* spp.*)* and *Pinus contorta*. Trees between 10 and 40 years old are usually the first choice of the squirrels.

Grey squirrels also strip seed from stands of elite trees, and cause damage to cereal crops growing near woodlands : they take fruit — ripe and unripe — from orchards, and naturally enough they are a menace where nuts are grown as a crop. Farmers and keepers complain of grey squirrels stealing and eating eggs of poultry and game birds. One or two squirrels visiting a garden can cause damage to bulbs, flowers, vegetables and fruit.

Squirrels are killed by destroying nests, shooting, tunnel trapping, and cage trapping. One method of control commonly used is the destruction of all nests (dreys) in a woodland by means of sectional metal poles. This is best done when the trees are leafless and nests are clearly seen. Squirrels disturbed from the nests are shot. The main breeding season of the grey squirrel extends from early January until April, and young are reared in the nests, which may be from six to eighty feet above ground. Complete destruction of all nests is useful since re-building, the sign of re-invasion, is then easier to detect. Unless expert guns and dogs are used, however, some squirrels will escape.

Humane traps set in artificial tunnels will take squirrels if the trapper chooses sites where the animals are likely to be travelling on the ground. Curiosity leads to capture. From January until July such tunnels may be baited with whole maize, and if prebaited before being set, they may catch a rapid succession of animals. Unbaited tunnel-traps are often used to catch squirrels in Autumn and Winter.

Perhaps the most effective method of attack against grey squirrels is the use of baited cage traps. Whole maize is used as bait, and this will attract squirrels except during months when there is an abundant supply of acorns, beechmast, sweet chestnuts or hazel nuts — that is, from August to November inclusive in most years. After very heavy crops, baited traps may not give much success until April or May ; but they can always be depended upon to give good results during the time of year when squirrels cause most damage.

Traps are placed on bare ground close to trees used by squirrels for nesting or during travel. One or two traps are used per acre, and the sites are prebaited until there are signs that squirrels are feeding there. The traps are set in the evening and are visited twice a day so that the catch can be removed and killed.

Research has shown that grey squirrels travel widely during certain months of the year— particularly in May and June. Growers cannot therefore rely upon control measures taken during the winter months to protect their crops during the period of damage, unless all neighbouring estates have also carried out meticulous clearance. Squirrels marked in one experiment have been shown to travel three or four miles in as little as a month, so that control must be exercised during summer months if damage is to be prevented. Baited traps are at present the best weapons for this.

Under the Protection of Animals Act it is illegal to poison squirrels in England ; poisoning is only permissible against " rats, mice, and other small ground vermin " and field trials have therefore not been possible in this country. Since most damage is caused by squirrels at a time when their food in woodlands is relatively scarce, and when water is often scarce too, poisoning might be successful. In Scotland the law is worded so that experiments could be done in the field, and it is planned to take advantage of this fact. Three questions need to be answered : which poison will give maximum mortality and kill in the shortest time ; which bait will attract squirrels in the face of all alternative supplies; and what method can be evolved for protecting other species from harm. The last is a particularly difficult problem where red squirrels are present in the same area as the grey squirrel.

Lastly there is the subject of repellents. We have not yet found a chemical substance which can be applied simply and cheaply to the bark of entire main stems of trees, and which will afford protection against damage by squirrels during the months of April to July inclusive.

RÉSUMÉ DE LA DISCUSSION

En UNION SOVIÉTIQUE, *où les principales difficultés sont causées par des colonies sédentaires de spermophiles, les mesures de lutte reposent sur des études écologiques et physiologiques de l'espèce* Citellus pygmaeus. *Ce sont principalement les cultures de céréales qui sont attaquées, mais les dégâts occasionnés aux jeunes arbres, et notamment aux racines souterraines sont graves également. Les appâts les plus couramment employés sont les céréales empoisonnées au phosphure de zinc ; les différentes méthodes d'application, à la main, par camion ou avion, sont décrites par le professeur Polyakov dans sa communication. Ce poison, considéré avec une certaine suspicion en Europe occidentale en raison de sa toxicité persistante, n'est pas tenu pour anormalement dangereux en URRS, mais dans certaines régions, en Ukraine par exemple, l'appât est placé dans les terriers verticaux. Les portions d'appâts sont préparées de telle sorte qu'elles contiennent suffisamment de poison pour plusieurs spermophiles. Ainsi, le problème présenté par les animaux qui n'absorbent pas la dose léthale avant d'être dérangés par d'autres, ce qui les incite à se méfier, voire à refuser complètement l'appât, est-il en grande partie résolu. En revanche, il est exact que les appâts appliqués par avion sont moins efficaces que ceux que l'on place dans les terriers, où interviennent vraisemblablement moins de facteurs perturbateurs. Afin d'éviter les risques inutiles, les avions ne sont employés que dans les régions éloignées des agglomérations. Deux types d'appareils à une personne sont utilisés, le YAC 12 qui transporte 600 kg d'appât et le AND qui en transporte 2 tonnes ; 2 millions d'hectares ont été traités de cette manière. Les pertes occasionnées à la faune ailée, qui passent généralement pour être importantes après diffusion aérienne des poisons, ont été insignifiantes, car dans les régions où existent des oiseaux granivores, il est recommandé d'appliquer l'appât dans les terriers ; dans les autres régions les oiseaux n'ont pas touché au grain empoisonné. Après le traitement, 40 % environ des spermophiles meurent à la surface du sol si le temps est froid et environ de 10 à 12 % s'il est chaud. Aucun cas d'empoisonnement indirect d'animaux utiles à fourrure n'a été signalé. On estime qu'en principe, un traitement par an est suffisant, et qu'il n'y a pas lieu d'en recommander un second. Des expériences à grande échelle, portant une sur 10.000 ha. et une autre sur 100.000 ha., semblent indiquer qu'il n'est pas nécessaire de répéter le traitement, même l'année suivante. D'autres poisons ont été expérimentés, mais c'est le phosphure de zinc qui est le mieux accepté. Les fluoracétates de barium et de sodium semblent également prometteurs, mais ne sont pas encore produits à grande échelle.*

Au ROYAUME-UNI *on ne se préoccupe que des espèces arboricoles, et en l'occurrence seulement de l'écureuil gris introduit d'Amérique,* Sciurus carolinensis, *l'écureuil roux ayant été décimé par une épidémie, probablement une coccidiose. Le système des primes, premier moyen de lutte instauré, n'a pas donné lieu à l'élevage clandestin des écureuils ; en effet, l'élevage des écureuils en captivité est extrêmement difficile. Toutefois, les primes n'étaient pas assez fortes pour produire un effet réel, et le nombre des animaux détruits était insuffisant pour agir sur la densité des populations. Des variations de populations (qui peuvent être comparables à celles qu'on observe en* BELGIQUE *pour les écureuils roux) ont été observées, apparemment conditionnées par le cycle approximatif de 5 ans d'abondance des glands, lequel masque le cycle normal de 5 ans également de l'écureuil gris. En 1951, année où les glands ont été très peu nombreux, la population d'écureuils a été réduite à un tiers de sa densité normale ; on s'est alors efforcé de les exterminer en doublant la prime octroyée pour les captures, mais l'espèce a réussi à survivre. D'une manière générale, la quantité des glands semble jouer un rôle beaucoup plus déterminant que celui de n'importe quelle méthode de lutte appliquée par l'homme. Aux* ÉTATS-UNIS, *les écureuils sont considérés comme gibier, et un plan a été mis au point pour préserver l'espèce ; on a observé que 40 % des populations pouvaient être détruites sans qu'il en résulte un risque grave pour la survivance de l'espèce. Au* ROYAUME-UNI, *le nombre officiel maximum d'écureuils tués par an a été de 300.000, chiffre probablement très inférieur à 40 % de la population totale. En* UNION SOVIÉTIQUE, *150.000.000 de spermophiles sont détruits tous les ans, et la survie de l'espèce n'est pas en jeu.*

On ne connaît pas de prédateurs de l'écureuil gris au ROYAUME-UNI. *L'introduction de martres communes a été suggérée, mais aucune suite n'a été donnée en raison des risques ordinairement comportés par ces introductions.*

Au ROYAUME-UNI, *aucun indice formel n'a été observé tendant à prouver que les écureuils pourraient constituer une réserve de virus dangereux pour d'autres espèces. Aux* ÉTATS-UNIS *cependant, l'écureuil gris semble souffrir d'une maladie (la fibromatose) qui provoque des symptômes semblables à ceux de la myxomatose.*

SUMMARY OF DISCUSSION

In the USSR where the main problems are caused by sedentary colonies of the ground squirrel, control measures are based on ecological and physiological studies of the species, Citellus pygmaeus. *Grain fields mainly are attacked, but damage to young trees, especially to underground roots, is also serious. Cereal baits poisoned with zinc phosphide are mostly used ; different methods of application, by hand, from trucks or from aircraft are described in Prof. Polyakov's paper. The poison, which in western Europe is regarded with some suspicion because of its persisting toxicity, is not considered in the USSR to be unusually dangerous, although in regions such as the Ukraine the bait is inserted in the vertical burrows. The bait portions are prepared so as to contain enough poison for several squirrels. In that way the risk of animals not eating a lethal dose before being disturbed by others, thus leading to bait shyness, or even total refusal of bait, seems to have been largely overcome. On the other hand it is true that baits applied from aircraft are less effective than those put into the burrows, where less disturbance probably occurs. In order to avoid undue risks, aircraft are only used in regions far from built-up areas. Two types of single-seater plane are being employed, the YAC 12 which carries 600 kg. of bait and the AND carrying 2 tons, and 2 million hectares have been treated in that way. Losses to birdlife, generally reputed to be serious after aerial distribution of poisons, have been insignificant, as in the regions where seed-eating birds occur, it is recommended to apply the bait in the burrows, and in the other regions birds did not touch the poisoned grain. After treatment about 40 % of the squirrels die on the soil surface if the weather is cold and about 10 to 12 % if it is warmer. No secondary poisoning of useful fur-bearing animals has been reported. It has been found that normally one treatment a year is sufficient and a second treatment is not recommended. Large-scale experiments, one on 10,000 ha. and another on 100,000 ha., seem to indicate that it is not necessary to repeat the treatment even in the following year. Other poisons have been tried, but zinc phosphide had the highest acceptability. Barium and sodium fluoracetates also seem promising, but are not yet in production.*

In the UNITED KINGDOM the problems are with tree-climbing species and exclusively with the introduced American grey squirrel, Sciurus carolinensis, *since the red squirrel was decimated by an epidemic disease, probably coccidiosis. The premium system, which was first tried as a means of control, did not lead to any illegal breeding of squirrels ; in fact breeding in captivity is extremely difficult. The bounties were not, however, sufficiently large to act as an incentive and the number of animals killed was insufficient to affect the populations. Fluctuations in populations (which may be comparable with those observed in BELGIUM in the case of red squirrel populations) have been noticed, apparently conditioned by the size of the acorn crop, which roughly follows a 5 year cycle, masking the normal 5 year cycle of the grey squirrel. In 1951, when the acorn crop virtually failed, the squirrel population was reduced to one third of the normal ; an effort was then made to exterminate them by doubling the premium paid for captures, but they survived. Speaking generally, the influence of the acorn crop on population seems to be far greater than any control action by man. In the UNITED STATES, where squirrels are considered as game animals, and a programme has been developed to preserve the species, it has been found that 40 % can be killed without any serious threat to the squirrels' existence. In the UNITED KINGDOM the maximum officially recorded number killed in a year is 300,000, which is probably well below 40 % of the total population. In the SOVIET UNION, 150 million ground squirrels are killed annually, and the survival of the species is not threatened.*

No predators of the grey squirrel are known in the UNITED KINGDOM. The introduction of pine-martens has been suggested, but no action has been taken in view of the risks which are usually involved by such introductions.

In the UNITED KINGDOM there is no evidence that squirrels could act as a virus reservoir which might be dangerous to other species. In the UNITED STATES, however, the grey squirrel seems to suffer from a disease (fibromatosis) which provokes symptoms similar to those of myxomatosis.

V. MYXOMATOSE

PREMIÈRE COMMUNICATION

État actuel de la myxomatose en Angleterre et au Pays de Galles

par **H. V. THOMPSON** *(Royaume-Uni)*

La myxomatose existe en Grande-Bretagne depuis cinq années révolues, et à quelques exceptions près, la maladie a évolué comme prévu. La principale différence avec les epizooties australiennes de 1950-1951, 1951-1952, et celles qui ont suivi réside dans le fait qu'en Grande-Bretagne, les moustiques ont contribué dans une faible mesure à répandre la maladie ; c'est en effet la puce commune du lapin *(Spilopsyllus cuniculi)* qui en a été le principal vecteur. Dans l'immédiat, cette différence s'est traduite par une progression plus lente de la myxomatose qu'en Australie, et une évolution différente. L'apparition de souches atypiques ou atténuées de myxoma a été plus lente en Grande-Bretagne (et d'une façon générale en Europe) qu'en Australie — peut-être du fait que la souche de virus qui est à l'origine de la myxomatose en Europe venait plus récemment d'Amérique du Sud et avait été moins souvent inoculée à des lapins de laboratoire.

Bien que des souches atypiques aient été découvertes dans 15 comtés ou sous-comtés de janvier à août de cette année, le myxoma virulent est encore largement répandu dans l'ensemble du pays — situation tout à fait différente de celle de l'Australie, où les souches atténuées, étant transmises plus facilement, dominent.

Extension de la myxomatose d'octobre 1953 à décembre 1955

C'est dans la région de la première apparition de la myxomatose à Bough Beech, Edenbridge, Kent, que l'extension de la maladie a été le mieux étudiée. Cette région a été étroitement surveillée depuis 1953. La maladie a progressé très lentement à partir du foyer d'origine, à la cadence de quelque 5 à 6 km par mois, d'une manière presque entièrement naturelle. En novembre 1954, elle couvrait une superficie de 970 km², et l'extension était limitée au Sud, à l'Est et à l'Ouest par des foyers distincts, et par l'agglomération londonienne au Nord. Une prospection générale a été entreprise sur l'ensemble de ces 970 km² pendant les trois dernières années, pour essayer de recenser les populations de lapins. Un des effets particulièrement évidents de la réduction des populations a été l'augmentation très sensible de la végétation, particulièrement nette dans les bois, où des sentiers ouverts en 1954 étaient souvent complètement envahis par la végétation un an plus tard. Il était naturellement impossible de situer à intervalles donnés chaque lapin sur cette zone de 970 km², mais grâce au concours des propriétaires, des ouvriers agricoles et des gardes-chasse, ainsi qu'aux observations personnelles, le nombre et la situation des lapins ont été notés tous les mois et consignés tous les 3 mois sur une carte d'État-major. Les chiffres annuels, pour les années 1954 à 1957, figurent au Tableau 1, en regard.

On remarquera que le pourcentage des lapins résistants est à peu près le même en 1956 et 1957. Un nombre beaucoup plus important d'échantillons de sang prélevés dans différentes régions du pays et examinés par le Dr W. Mansi aux laboratoires vétérinaires centraux du Ministère à Weybridge indique que le pourcentage de lapins résistants semble désormais varier très peu d'une année sur l'autre (Tableau 2, ci-dessous).

Tab. 2

YEAR ANNÉE	Total number examined Nombre total examiné	IMMUNE RÉSISTANTS	% IMMUNE RABBITS LAPINS RÉSISTANTS
1954	167	15	9
1955	510	176	35
1956	2252	773	34
1957	3110	1024	33

Il est toutefois difficile de savoir avec certitude s'il s'agit d'une tendance réelle, puisqu'il a été impossible de réunir des échantillons de sang prélevés au hasard.

V. MYXOMATOSIS

FIRST PAPER

Rabbits : the Present Myxomatosis Position in England and Wales

by ***H. V. THOMPSON*** *(United Kingdom)*

We have now had myxomatosis in Britain for a full five years and, with some exceptions, the disease has followed its expected course. The main difference from the Australian epizootics of 1950-51, 1951-52 and subsequently, was that in Britain mosquitoes played little part in spreading the disease and the principal vector has been the common rabbit flea *(Spilopsyllus cuniculi)*. The immediate effect of this was that myxomatosis spread more slowly than in Australia, and it has also followed a different course here. Atypical or attenuated strains of myxoma were slower to appear in Britain (and in Europe generally) than in Australia — perhaps because the strain of virus which initiated the European outbreaks had been more recently obtained from South America and had fewer passages in laboratory rabbits.

Although atypical strains have been found in fifteen counties or sub-counties from January to August this year, there is still much highly virulent myxoma throughout the country — a situation quite different from that in Australia where attenuated strains are dominant, because of their selective advantage in transmissibility.

The Spread of Myxomatosis (October, 1953 to December, 1955)

The best-studied spread was in the area of the first outbreak at Bough Beech, Edenbridge, Kent. This area has been kept under close observation since 1953. The disease spread from the original site very slowly, averaging abour 3.5 miles a month, and was almost entirely natural. It covered an area of 375 square miles by November, 1954, and furthet spread was limited by independent outbreaks to the south, east and west, and by Greater London to the North. A general reconnaissance of the whole 375 square miles has been made throughout the last three years, in an effort to assess the extent of the rabbit population. One very obvious result of the reduction in rabbits was the greatly increased growth of vegetation ; this was particularly noticeable in the woods, where rides that were open in 1954 were often completely overgrown a year later. It was clearly impossible periodically to locate every rabbit in the 375 square mile area, but with the help of farmers, farm workers and gamekeepers, and personal checks, the numbers and whereabouts of rabbits were collated monthly and plotted on a one-inch Ordnance Survey Map at quarterly intervals. The figures for 1954 to 1957 are shown in Table 1 :

Tab. 1. — *MYXOMATOSIS IN THE EDENBRIDGE (KENT) AREA*

(375 sq. mi. = 970 km²)

La myxomatose dans la région d'Edenbridge (Kent)

YEAR ANNÉE	N° of surviving rabbits N° de survivants			Recurrence of virulent myxoma Réapparition de myxoma virulents	Blood samples tested for immune antibodies Prélèvements sanguins examinés pour la recherche d'anticorps résistants	
	Seen Observés	*Killed* Détruits +*	*Total*		**Negative**	**Positive**
1954	32	27 (46%)	59	—	26	1 (4%)
1955	976	312 (24%)	1288	15	96	15 (14%)
1956	2225	2704 (45%)	4929	1	440	100 (19%)
1957	1304	7414 (85%)	8718	1	1005	263 (21%)

** The number killed includes numbers obtained for blood samples and the number reported killed by farmers and keepers. Keepers were particularly active during 1957 and are responsible for the larger proportion of rabbits killed.*

+ Le nombre des lapins détruits comprend les individus pris pour les prélèvements sanguins et ceux que les cultivateurs et gardes-chasse déclarent avoir détruits. Les gardes-chasse ont déployé une grande activité en 1957 ; c'est ce qui explique la forte proportion des lapins détruits cette année.

It will be noted that the percentage of immune rabbits for 1956 and 1957 is similar. A much larger number of blood samples collected from various parts of the country, and tested by Dr W. Mansi at the Ministry's Central Veterinary Laboratories at Weybridge, indicates that the percentage of immune rabbits now appears to be varying little from year to year (Table 2, opp. page). It is difficult to be sure if this is a real trend, however, since it has not been possible to collect blood samples in a random manner.

Foyers secondaires de myxomatose

Bien qu'il n'y ait pas eu à proprement parler d'épizootie en Grande-Bretagne comme c'est le cas en Australie, en ce sens qu'il y a eu une seule extension de la maladie dans l'ensemble du pays, on a assisté pendant les années 1954 et 1955 à une progression plus ou moins continue, dans laquelle ont joué dans le même sens des facteurs tels que l'extension locale naturelle par les puces, et le transport par des fermiers ou autres personnes de lapins infectés.

Bien que la myxomatose n'ait jamais vraiment cessé son extension en Grande-Bretagne, on considère, pour des raisons de commodité, la fin de l'année 1955 comme l'époque où le pays était complètement envahi par la maladie. La grande majorité (plus de 9/10) des lapins de garenne avait alors été détruite par la maladie, mais il existait de toute évidence des foyers de lapins non résistants qui avaient échappé à l'infection et continuaient à se reproduire. Il ressort clairement des recherches biologiques faites en Australie que, comme prévu, la résistance des lapins à la myxomatose est très variable selon les individus. En Grande-Bretagne, des lapins résistants ont survécu en certains endroits à l'infection, même au début de 1954. Peu de cas de myxomatose ont été signalés dans les premiers mois de 1956, mais ce qu'on pourrait appeler des foyers secondaires de myxomatose ont été signalés peu de temps après.

Le tableau ci-dessous indique le nombre de comtés et de sous-comtés où ont été signalées, en 1956, 1957 et 1958, des attaques de myxomatose :

ANNÉE	MALADIE VIRULENTE	MALADIE ATTÉNUÉE
		(Nombre de cas)
1956	21	5 *(24)*
1957	36	10 *(42)*
1958	42 *(Jan. — 31 juillet)*	15 *(55)* *(Jan. — 31 août)*

Myxomatose atypique ou atténuée

Des échantillons de virus de myxoma prélevés sur le terrain ont été envoyés au professeur Fenner de l'Université de Canberra en Australie depuis octobre 1953 ; nous savons maintenant que l'un d'eux, envoyé en septembre 1954 de Sussex, était légèrement atténué. Les travaux faits sur cette souche n'ont été publiés que l'an dernier, et les premiers cas d'atténuation que nous ayons constatés sur le terrain se sont manifestés dans la forêt de Sherwood, Nottingham, en avril 1955. Dans ce secteur, des gardes et les agents du Ministère ont remarqué la présence d'un nombre anormal d'individus ayant survécu à la myxomatose. Depuis lors, on s'est tout particulièrement efforcé d'éliminer les lapins dans ce secteur par les méthodes habituelles de lutte, mais la forêt de Sherwood continue d'être une source abondante de virus atténué. Ultérieurement, en 1955, le virus atténué a été découvert dans le Hampshire. Comme on peut le voir d'après le tableau ci-dessus, la dissémination géographique et l'incidence de l'atténuation ont augmenté dans les trois dernières années.

Comparaisons avec l'Australie

Il n'est pas douteux que la rapide extension de la myxomatose en Australie dans la plupart des zones infestées par le lapin coïncide avec une série d'années pluvieuses, et par voie de conséquence, avec une forte pullulation de moustiques vecteurs.

Les tentatives d'introduction de la myxomatose en Nouvelle-Zélande ont échoué, presque certainement en raison de l'absence de vecteurs satisfaisants. L'introduction de la myxomatose a été interdite dans l'île de Tasmanie pendant 2 ans, et lorsqu'elle a été autorisée, son extension a été très lente ; ce n'est que ces dernières années qu'elle a détruit un nombre appréciable de lapins.

Les lieux des premières libérations de myxomatose sur les alluvions du fleuve Murray en Australie sont intéressants, et il est à remarquer que pendant la saison sèche de 1957-58, où les cours d'eau australiens étaient bas et où il y avait peu d'eau pour la reproduction des moustiques, les attaques de la myxomatose ont été relativement rares.

Contrairement aux moustiques de Grande-Bretagne, de nombreuses espèces australiennes sont attirées par les lapins et peuvent être facilement attrapées sur les lapins mêmes, dans la nature.

Malgré les pourcentages très élevés de mortalité observés en Australie depuis 1950-51, l'atténuation du virus sur de vastes superficies jointe au développement d'une nette résistance à la maladie dans certaines populations de lapins, et en particulier aux conditions défavorables à l'extension de la maladie dans un certain nombre d'endroits chaque année, ont eu pour effet de laisser en Australie des populations de lapins encore appréciables qui causent d'incessants dégâts aux cultures et aux pâturages.

Malgré les nombreuses différences qui existent entre l'évolution de la myxomatose en Australie et en Grande-Bretagne, il est probable que celle-ci continuera d'évoluer dans les deux pays d'une manière plus ou moins parallèle. L'apparition plus fréquente de souches atypiques en Grande-Bretagne doit finalement avoir pour effet de réduire la mortalité dans l'ensemble du pays et bien que la résistance génétique à la myxomatose ne soit pas prouvée, elle doit être prise en considération.

Secondary Outbreaks of Myxomatosis

Although there was no true epizootic in Britain, in the sense that there was one exclusive spread of the disease over the country, as in Australia, the gradual spread of the disease during 1954 and 1955 was a more or less continuous process. It was, of course, a combination of local natural spread by fleas, assisted by the transport of infected rabbits from place to place by landholders and others.

Although myxomatosis never really stopped working in Britain, it is convenient to consider the end of 1955 as the time when the disease had spread throughout the country. By then, the great majority (well over nine tenths) of the wild rabbits had been killed by the disease although, of course, pockets of susceptible rabbits escaped infection and continued to breed. From the Australian biological research it is clear that, as would be expected, there is considerable variation among rabbits in their resistance to myxomatosis. Here and there, in Britain, resistant rabbits recovered from infection, even in the early part of 1954. There were few reports of myxomatosis in the first months of 1956, but cases of what we may call secondary outbreaks of myxomatosis were soon forthcoming.

The following table indicates the number of counties and sub-counties in which virulent myxomatosis was known to be present in 1956, 1957 and 1958 :

YEAR	VIRULENT DISEASE	ATTENUATED DISEASE *(No. of incidents)*
1956	21	5 *(24)*
1957	36	10 *(42)*
1958	42 *(Jan. - 31st July)*	15 *(55)* *(Jan. - 31st Aug.)*

Atypical or attenuated myxomatosis

Samples of myxoma virus collected in the field have been sent to Prof. Fenner at the Australian University, Canberra, since October, 1953 and we now know that one of these, sent in September, 1954 from Sussex, was slightly attenuated. The work done on this strain was only published last year, however, and the first field cases of attenuation of which we were aware occurred in Sherwood Forest, Nottingham in April, 1955. In this area Estate workers and the Ministry's field officers noted the presence of an unusual number of individuals recovering from myxomatosis. Since that date special efforts have been made to eradicate rabbits in this area by standard methods of control, but the Sherwood Forest continues to be a rich source of attenuated virus. Later in 1955 attenuated virus was found in Hampshire. As may be seen from the above table both the geographical distribution and the incidence of attenuation has been rising over the last three years.

Comparisons with Australia

There is no doubt that the rapid spread of myxomatosis over much of the rabbit-infested areas of Australia was coincident upon a series of wet years, with a consequent high production of mosquito vectors.

Attempts to introduce myxomatosis into New Zealand have been unsuccessful, almost certainly owing to the absence of suitable vectors. For two years it was illegal to introduce myxomatosis into the island of Tasmania and, when it was brought there, it spread very slowly and has killed appreciable numbers of rabbits only in recent years.

The sites of the original liberations of myxomatosis on the Murray River Flats in Australia are of interest and it is notable that during the dry season of 1957-58, when Australian rivers were low and there was little suitable water available for mosquito breeding, outbreaks of myxomatosis were relatively rare.

Unlike British mosquitoes, many Australian species are attracted to rabbits and can be readily trapped when feeding on rabbits in the open.

Despite the very high mortalities of rabbits in Australia since 1950-51, widespread attenuation of the virus, coupled with the development of marked resistance to the disease among some rabbit populations and, especially, unfavourable conditions for the spread of disease in a number of places each year, have resulted in rabbit numbers in Australia still being appreciable and causing continued damage to crops and pasture.

Although there are many differences between the course that myxomatosis has run in Australia and Britain, it is likely that the development of the disease in the two countries will continue to run more or less parallel. The more frequent occurrence of atypical strains in Britain must eventually result in a lower mortality throughout the country and, although there is no evidence here of genetic resistance to myxomatosis, it remains a possibility.

DEUXIÈME COMMUNICATION

Évolution de la myxomatose en France

par **J. GIBAN** *(France)*

Depuis son introduction en France en juin 1952, la myxomatose n'a pas cessé de sévir sur les populations de lapin de garenne, *Oryctolagus cuniculus* L. Pratiquement la totalité du territoire français a été touchée par la maladie, puisque l'épizootie s'est étendue ces derniers temps aux régions qui étaient restées jusqu'alors indemnes. C'est ainsi qu'elle a atteint en décembre 1957 le département du Finistère.

A l'heure actuelle, la myxomatose a pris en France l'allure d'une maladie enzootique dont les manifestations sont sporadiques. Après une poussée de la maladie, on observe généralement une remontée progressive du nombre des lapins ; cette remontée peut par endroit être d'une importance suffisante pour que des dégâts de lapin se produisent mais tôt ou tard la maladie se manifeste à nouveau et les lapins sont détruits.

Le phénomène a d'ailleurs souvent un caractère purement local, la myxomatose se manifestant à des époques différentes sur des territoires voisins.

Des faits ont été signalés en France qui tendent à montrer que l'on rencontre maintenant en nature des souches de virus moins virulentes que la souche initiale appeleé souche " Lausanne ". C'est ainsi que les souches " Sologne 55 " et " Loir et Cher B " isolées par l'Institut Pasteur sont légèrement atténuées et que le " Loiret 55 " étudiée par Fenner et Marshall est considérée par eux comme peu virulente.

Il apparaît également indiscutable qu'en bien des cas le lapin de garenne manifeste une plus grande résistance à la maladie. L'évolution de cette dernière est en général plus lente (3 à 4 semaines au lieu de 2, sur un territoire déterminé) ; les animaux atteints présentent souvent des œdèmes moins accentués et moins purulents ; on a même signalé la présence en petit nombre d'individus présentant apparemment les signes extérieurs d'une guérison complète.

Il y a donc des indices certains d'une adaptation réciproque de la maladie et de l'espèce. Mais après cinq années la myxomatose persiste sur l'ensemble du territoire français et il apparaît probable que la maladie, loin de disparaître dans l'avenir, se maintiendra au contraire à l'état enzootique.

Quant au nombre des lapins, l'opinion courante en France est qu'il tend nettement à remonter.

Comme dans un travail précédent, nous avons voulu préciser ce fait à l'aide des renseignements que nous ont aimablement fournis les propriétaires d'un certain nombre de chasses situées en diverses régions.

Dans le Tableau 1 ci-dessous, nous avons résumé les données relatives à 5 chasses situées en Sologne, c.-à-d. dans la région de France la plus apte à supporter de fortes densités de lapins. On y voit nettement que le nombre des lapins tend à augmenter d'année en année, tout en demeurant, en définitive, très faible puisqu'au total le nombre d'individus

Tab. 1. — *NUMBER OF RABBITS KILLED EACH YEAR FOR THE LAST 12 YEARS ON 5 GAME PRESERVES IN SOLOGNE*

Total area / Superficie totale : 2,800 ha

Nombre de lapins tués annuellement sur 5 chasses de Sologne au cours des 12 dernières années

HUNTING SEASON / *SAISON DE CHASSE*	*HUNT NUMBER — NUMÉRO DE CHASSE*				
	41-1	**41-10**	**41-19**	**41-20**	**45-32**
1946-47	1754	1802	456	3498	1500
1947-48	1370	2605	640	3266	519
1948-49	2447	3122	2090	2721	1419
1949-50	4502	2950	2816	6160	2073
1950-51	4962	3512	3712	6220	1767
1951-52	1788	3610	792	1950	953
1952-53	4952	2860	2000	5818	906
Myxomatosis					
1953-54	0	0	0	0	0
1954-55	2	5	10	6	1
1955-56	26	4	7	17	16
1956-57	34	15	25	8	45
1957-58	36	30	171	255	84

SECOND PAPER

The Development of Myxomatosis in France

by **J. GIBAN** (France)

Since it was introduced into France in June 1952, myxomatosis has not ceased to ravage the wild rabbit population. Practically the whole of French territory has been affected by the disease, the epizootic having spread lately to regions which had remained free. It reached the Department of Finistère in December 1957.

Myxomatosis has now in France the appearance of an endemic disease with sporadic outbreaks. After an attack of the disease, there is generally a progressive rise in the rabbit population, sufficient in places to cause damage, but sooner or later there is another outbreak of the disease and the rabbits are destroyed. This phenomenon is often quite local in character, the disease occurring at different periods in neighbouring territories.

Certain evidence from French sources tends to show that there are now found in nature strains of virus which are less virulent than the original strain called the " Lausanne " strain. The strains " Sologne 55 " and " Loir & Cher B " which have been isolated by the Institut Pasteur are somewhat attenuated, and the " Loiret 55 " studied by Fenner and Marshall is considered by them to be only slightly virulent.

It also seems unquestionable that in many cases the wild rabbit has become more resistant to the disease. In general the disease develops more slowly (3 to 4 weeks instead of 2 in one given place) ; the affected rabbits often have less accentuated and less purulent swellings ; some of them even have external signs of complete recovery.

There are thus sure indications of a reciprocal adaptation of the disease and the species. But after 5 years the disease persists everywhere in France and it appears probable that myxomatosis will persist as an enzootic.

The general opinion in France is that the number of rabbits clearly tends to increase.

We have, as in a previous report, illustrated this fact by data kindly provided by the owners of a number of game preserves in various regions.

In Table 1 (opp. page) we have summarised the information received for 5 preserves situated in Sologne, i.e. the region of France best suited to maintain heavy rabbit populations. The number of rabbits clearly increases from year to year, still, however, remaining very small, since the total number of rabbits killed during the 1957-58 hunting

Tab. 2. — *NUMBER OF RABBITS KILLED EACH YEAR IN DIFFERENT REGIONS OF FRANCE*
Nombre de lapins tués annuellement en diverses régions de France

SITUATION & Hunt Number & N° de la chasse	*AVERAGE in previous years * MOYENNE saisons antér. +*	*HUNTING SEASON — SAISON DE CHASSE* 1953-54	1954-55	1955-56	1956-57	1957-58
Sologne :						
41-2	5199	0	20	130	79	80
41-16	1208	1	18	60	66	237
45-36	4920	2490	1	3	8	569
45-37	1598	0	2	6	14	577
Eure-et-Loir :						
28-6	1105	9	180	296	5	65
Seine-et-Marne :						
77-4	226	0	0	18	4	6
77-5	548	0	0	0	0	35
Seine-et-Oise :						
78-6	1530	0	35	240	18	25
78-7	863	0	0	14	0	5
Vienne :						
86-6	2095	2561	0	20	25	6
Charente :						
15-2	1694	No myxomatosis / Pas de myxomatose		1200	340	556

* The average in previous years was calculated over 3 to 15 years, according to the hunts.
+ La moyenne des saisons antérieures a été établie sur un nombre de saisons variant de 3 à 15 suivant les chasses.

tués au cours de la saison de chasse 1957-58 n'excède pas 0,6 % du nombre moyen de lapins tués au cours des 7 années ayant précédé l'épizootie de myxomatose et que le chiffre le plus élevé est de 0,8 % (pour la chasse n° 41-20).

Dans le tableau 2 (p. 69), nous avons donné les chiffres relatifs à 11 chasses réparties en différentes régions de France. Pour certaines d'entre elles (les numéros 41-2, 78-7, 86-6) le phénomène est le même que plus haut : augmentation régulière mais faible du nombre de lapins tués, n'excédant pas 2,5 % de la moyenne des années antérieures. Pour d'autres chasses au contraire, on note une remontée importante des populations. C'est ainsi qu'en Sologne les chiffres atteignent en 1957-58 : 11, 19 et même 36 % (chasses n^{os} 45-36, 41-16 et 45-36), en Eure-et-Loir 26 % en 1955-56 et en Charente 32 % en 1957-58.

A priori, ces chiffres peuvent paraître sinon anormaux du moins exceptionnels. Nous ne le pensons pas. Tout dépend de la date de réapparition de la myxomatose par rapport à celle de l'ouverture de la saison de chasse. Si la myxomatose réapparaît chaque année régulièrement pendant la période de fermeture de chasse, le tableau de chasse suivant sera faible ou nul. C'est le cas illustré par le tableau 1. Au contraire si la myxomatose ne réapparaît qu'au cours de la période de chasse, alors le nombre de lapins tués peut atteindre un niveau relativement important.

Particulièrement démonstratif nous semblent les cas de la chasse n° 28-6 d'Eure-et-Loir et n° 78-6 de Seine-et-Oise, où après une remontée en 1955-56 (26 et 15 % respectivement), on assiste les saisons suivantes à une baisse très marquée (5,8 et 1,6 % en 1957-58). Les chiffres relativement élevés que l'on note dans le tableau 2 n'indiquent donc pas une remontée *durable* des populations de lapin mais simplement une remontée *momentanée*. Comme par ailleurs les populations de lapin de garenne sont sujettes normalement à d'importantes fluctuations ainsi que le montrent les premiers chiffres du tableau 1, il apparaît difficile de chiffrer, à l'heure actuelle, l'importance d'une remontée de population pourtant indéniable.

En conclusion nous dirons qu'après cinq années de myxomatose, les populations de lapins restent toujours sous l'effet de l'enzootie, mais qu'elles manifestent une indiscutable tendance à remonter. De façon générale, cette remontée reste faible ou très faible, mais localement et temporairement elle peut atteindre 20 ou 30 % du niveau moyen de la population avant la myxomatose.

RÉSUMÉ DE LA DISCUSSION

Il semble à peu près certain que c'est de France que la myxomatose a été introduite en ANGLETERRE, *toutes les premières attaques ayant été observées dans le sud-est du pays. L'extension naturelle, due uniquement à la puce du lapin, a été beaucoup plus lente qu'en Australie, où les moustiques sont les vecteurs principaux de la maladie. Celle-ci avait cependant envahi la presque totalité de l'Angleterre à la fin de 1955, à l'exception de quelques zones situées dans le centre industriel du pays. Pendant la prospection minutieuse de 970 km² dans le Kent, des lapins domestiques en clapier placés comme témoins dans la zone prospectée, n'ont pas contracté la maladie. En 1955, des populations de lapins ont survécu dans des foyers de certaines parties du pays et c'est principalement dans ces régions que pendant les attaques secondaires de 1956, la forme atténuée, ou nodulaire, de la maladie a été observée. Elle a été découverte pour la première fois dans le Nottinghamshire et l'examen ultérieur d'échantillons par le professeur Fenner de Canberra a révélé qu'à cette époque, elle s'était également manifestée dans le Sussex. De nouvelles zones ont été affectées par la forme atypique du virus en 1957 et les observations faites avant juillet indiquent qu'elle continue de s'étendre en 1958. On la rencontre de temps à autre côte à côte avec la forme virulente. En* AUSTRALIE, *la myxomatose a été introduite avec succès en 1950-51, principalement dans la vallée de la Murray. Jusqu'à 1957-58, une attaque a eu lieu tous les ans à la faveur d'étés exceptionnellement humides et d'inondations qui ont favorisé la multiplication des moustiques. Les deux tiers environ du continent sont maintenant infectés, mais par le virus atténué, qui tue environ 90 % des animaux atteints. On a trouvé des lignées de lapins résistants au virus atténué, mais extrêmement sensibles à la souche virulente. La résistance à la forme atténuée du virus s'est révélée héréditaire en Australie. Le lapin n'est toutefois nullement exterminé ; sa densité peut encore s'accroître malgré les 50 millions d'individus pris au piège tous les ans, encore actuellement.*

En BELGIQUE, *où la myxomatose a fait sa première apparition en 1952 dans le Limbourg, les Flandres et les Ardennes, la maladie est désormais répandue mais est signalée comme étant stationnaire.*

L'étude de la myxomatose relève en FRANCE *de l'Institut Pasteur et de l'École vétérinaire d'Alfort, l'INRA (Institut national de la recherche agronomique) se bornant à suivre l'incidence de la maladie sur les populations de lapins, de manière à recueillir des renseignements sur la densité à prévoir. Le virus atténué existe par endroits ; il se manifeste par une remontée plus rapide des populations après une attaque. Les populations reconstituées tendent à s'accroître de plus en plus. On craint en conséquence que le problème soit aussi grave dans 10 ou 20 ans qu'avant l'apparition de la myxomatose. A l'Institut Pasteur, des recherches sont en cours afin de déterminer si les moustiques peuvent transmettre le virus atténué, et s'ils peuvent être eux-mêmes à l'origine de cette atténuation.*

En URSS, on trouve des lapins dans la région de la mer Caspienne et en Ukraine le long de la mer Noire, mais ils ne sont ni nombreux ni nuisibles. Aucun renseignement n'a été recueilli sur la myxomatose, l'espèce étant peu importante.

L'Office international des épizooties est chargé entre autres de réunir des informations sur l'incidence des maladies des animaux dans ses pays membres. Il est naturel que des maladies telles que la fièvre aphteuse ou la tuberculose bovine soient traitées en priorité, mais l'Office reçoit néanmoins de temps à autre et diffuse des informations relatives à la myxomatose. Les attaques de myxomatose ont toutefois fait apparaître le lapin comme un ravageur bien plus nuisible aux plantes cultivées qu'on ne le pensait auparavant, et il serait utile que des renseignements relatifs à l'incidence etc. de la maladie dans les pays membres de l'OIE soient régulièrement recueillis.

season was no greater than 0.6 % of the average number of rabbits killed in the 7 years preceding the epizootic of myxomatosis; the highest figure is 0.8 % (Hunt No. 41-20).

In Table 2 (p. 69), we have given the figures for 11 hunts in different regions of France. For some of them (Nos. 41-2, 78-7, 86-6) the same phenomenon is observed : regular but slight increase in the number of rabbits killed, not exceeding 2.5 % of the average for the previous years.

For other hunts, on the contrary, there is a large increase in the populations. In Sologne in 1957-8 the figures reach : 11,19, and even 36 % (Hunts Nos. 45-36, 41-16 and 45-36), in Eure & Loire 26 % in 1955-6 and in Charente 32 % in 1957-8.

At first sight these figures can appear exceptional even if not abnormal. But we do not agree. Everything depends on the date of reappearance of the myxomatosis in relation to the date of the opening of the hunting season. If the disease reappears regularly every year in the closed season, the number of rabbits caught in the ensuing hunting season will be low or nil. Such a case is illustrated in Table 1. On the other hand, if the disease reappears only during the hunting season, then the number of rabbits killed can be relatively high.

Hunts Nos. 28-6 of the Eure & Loir and 78-6 in Seine & Oise seem to us particularly indicative — after an increase in 1955-6 (26 and 15 % respectively) there is a very marked decrease in subsequent seasons (5.8 and 1.6 % in 1957-8). Thus the relatively high figures in Table 2 do not indicate a *lasting* increase in the rabbit populations, but only a *temporary* increase. As, moreover, rabbit populations are normally subject to big fluctuations (as is shown in Table 1) it appears difficult at the present time to give figures in regard to the extent of the increase in population, although such increase is undeniable.

In conclusion we will say that after 5 years of myxomatosis the rabbit populations are still affected by the enzootic, but show an undeniable tendency to rise. Generally speaking this increase remains slight or very slight, through locally and temporarily figures representing up to 20 or 30 % of the average population level before myxomatosis may be recorded.

SUMMARY OF DISCUSSION

There seems to be little doubt that myxomatosis was introduced into ENGLAND from France, all the early outbreaks being recorded in the South-East of the country. Natural spread, through the rabbit flea only, was much slower than in Australia, where mosquitoes are the principal vectors. Nevertheless the disease had appeared in practically all parts of England by the end of 1955, with the exception of some patches in the industrial centre of the country. During careful checking of 375 square miles in Kent, domestic rabbits in hutches which had been placed in the area as indicators did not contract the disease. In 1955 rabbit populations survived in pockets in some parts of the country and it was mainly in these areas that during secondary outbreaks in 1956 the atypical, or nodular, form of the disease was found. It was first recorded in Nottinghamshire and subsequent checking of samples by Prof. Fenner in Canberra revealed that, at that time, it had also occurred in Sussex. Further areas were affected by the atypical form during 1957 and records up to July show that it continued to do so in 1958. Sometimes it occurs side by side with the virulent form. In AUSTRALIA myxomatosis was successfully introduced in 1950-51, chiefly along the Murray River. An annual outbreak occurred each year up to 1957-58, because of unusually wet summers and inundations which favoured mosquito breeding. About two thirds of the Continent is now infected, but with the attenuated virus, which kills about 90 % of infected animals. Rabbit strains have been found which are resistant to the milder virus, but highly susceptible to the virulent type. Resistance to the attenuated form in Australia has proved to be hereditary. Nevertheless the rabbit is by no means exterminated ; the population may still be increasing, in spite of the fact that some 50 million rabbits are still trapped annually.

In BELGIUM where myxomatosis first appeared in 1952 in Limbourg, Flanders and the Ardennes, the disease is now widespread but is reported to be stationary.

In FRANCE the study of myxomatosis has been the responsibility of the Institut Pasteur and the Alfort Veterinary School, the work of the National Agronomical Research Institute being limited to the study of the influence of the disease on populations, in order to collect data on their future expected level. Locally the attenuated virus occurs, which is shown by a quicker increase of populations after an attack. The reconstituted populations tend to be increasingly large. Therefore it is feared that in some 10 or 20 years the problem may be as serious as before, but to make an accurate forecast is very difficult. In the Institut Pasteur research is in progress to find out whether mosquitoes can transmit the attenuated virus, and whether in fact they could be the cause of the attenuation.

In the USSR rabbits occur in the Caspian region and in the Ukraine along the Black Sea, but they are neither numerous nor harmful. No data on myxomatosis has been collected as the species is of little importance.

The International Office of Epizootics is responsible inter alia *for the collection and collation of data concerning the incidence of animal diseases in its member countries. It is natural that diseases such as foot-and-mouth or bovine tuberculosis receive priority of treatment, but nevertheless information regarding myxomatosis of rabbits is received from time to time and made available. However, myxomatosis outbreaks have shown the rabbit to be a much more serious pest of farm crops than was previously realised, and it would be most helpful if data regarding the incidence etc., of the disease in the member countries of IOE could be regularly collected.*

ANNEXE B

Protocole d'essai de laboratoire de substances anticoagulantes sur rats et souris

1. PRINCIPE

Deux lots comparables de rats ou souris sont isolés, individu par individu, dans des cages séparées. Chaque jour on offre, en quantité excédant certainement la consommation, une quantité connue d'appât empoisonné à l'aide de la substance expérimentée pour le premier lot, à l'aide de l'anticoagulant de référence pour le deuxième lot. Chaque jour on enlève les résidus non consommés et on les pèse. L'opération se poursuit de façon continue mais pendant un nombre limité de jours qui sera précisé plus loin. L'observation des animaux en expérience est effectuée pendant une période de trois semaines à partir du début de l'expérience.

L'anticoagulant de référence sera le coumafène. Dans le cas d'essais sur *Rattus norvegicus* la concentration de l'appât sera de 0,005 % de matière active et les périodes d'intoxication seront de 1, 3 et 5 jours. Dans le cas d'essais sur *Rattus rattus* la concentration sera de 0,025 % de matière active et les périodes de 5, 8 et 12 jours.

Enfin dans le cas de *Mus musculus*, la concentration sera aussi de 0,025 % de matière active, mais les périodes de 2, 4 et 6 jours.

2. COMPOSITION DES LOTS

Les lots doivent être comparables par le nombre d'individus, par la proportion des individus des deux sexes et par le poids des individus. En pratique, on utilise des lots comportant chacun 5 mâles et 5 femelles ou mieux des lots de 10 mâles et 10 femelles.

Quand on opère sur *R. norvegicus* et *R. rattus*, il est parfois très difficile d'avoir à sa disposition 10 ou 20 mâles de poids comparables entre eux et 10 ou 20 femelles également comparables entre elles ; dans ce cas on compose simultanément les lots avec des individus comparables deux à deux, autant que faire se peut.

3. PRÉPARATION DES APPATS EMPOISONNÉS

Une céréale finement broyée, de préférence du blé, sera utilisée après tamisage pour en éliminer les particules les plus fines.

Quand on dispose de la substance anticoagulante sous une forme concentrée (pure ou technique), elle est finement broyée au mortier d'agathe et mélangée avec de la farine de céréales de telle façon que la proportion de matière active soit 20 fois plus élevée dans ce mélange que dans l'appât empoisonné final.

Par exemple pour le coumafène et pour la préparation d'un appât à 0,005 % de cette matière active, le mélange primaire sera à 0,1 % de matière active et la formule finale de l'appât sera la suivante :

Coumafène	0,005
Farine	4,995
Huile de vaseline	5,000
Blé	90,000
	100,000

APPENDIX B

Agreed Laboratory Method for Estimating the Chronic Toxicity of Anti-coagulants to Rats and Mice

1. PRINCIPLES

Two comparable batches of rats or mice should be taken, the individuals being separately caged. Each day they should be offered a known quantity of poison bait exceeding their requirements, the experimental substance to be given to the first batch and the reference anti-coagulant to be given to the second batch. Each day the unconsumed residues should be removed and weighed. The operation should be continued for a limited number of days as prescribed below. The animals should be kept under observation for three weeks from the beginning of the experiment.

The reference poison should be warfarin. In the case of experiments with *Rattus norvegicus*, the concentration in the bait should be 0.005 % of active matter, and the feeding periods should be for 1, 3 and 5 days. In the case of *Rattus rattus*, the concentration should be 0.025 % of active matter, and the feeding periods 5, 8 and 12 days.

Finally, in the case of *Mus musculus*, the concentration also should be 0.025 % of active matter, and the feeding periods 2, 4 and 6 days.

2. COMPOSITION OF BATCHES

The batches should be comparable in numbers of individuals, in the proportion of the two sexes and in weight distribution. In practice, one might use 5 males and 5 females, or better 10 males and 10 females.

When working with *Rattus norvegicus* and *Rattus rattus* it is sometimes very difficult to obtain 10 or 20 males of uniform weight and 10 or 20 females of uniform weight ; in such cases the batches should be made up as similar to each other as possible.

3. PREPARATION OF POISON BAIT

A coarsely cut cereal — preferably wheat — should be used. This should be sieved to eliminate fine particles.

When the undiluted (pure or technical) anti-coagulant substance is available, it should be finely ground in a mortar and mixed with flour in such a way that the proportion of active matter is 20 times stronger in the master mix than in the final bait.

For example, to prepare a warfarin bait containing 0.005 % of active matter, the master mix will contain 0.1 % of active matter, and the final bait formula will be as follows :

	g.
Warfarin	0.005
Flour	4.995
Mineral oil (white oil)	5.000
Wheat	90.000
	100.000

4. CONDUITE DE L'EXPÉRIENCE

Les animaux mis en expérience sont isolés dans leur cage individuelle 2 ou 3 jours avant le début réel de l'essai. En outre, s'il s'agit d'animaux sauvages, on n'utilise que des bêtes reçues au laboratoire depuis au moins un mois. Tout ceci pour éviter les phénomènes apparentés à la néophobie et les chocs physiologiques consécutifs à la captivité et à l'isolement, ainsi que pour avoir des animaux ayant probablement des réserves comparables de vitamine K.

Les appâts empoisonnés sont placés dans des mangeoires d'un modèle qui permette d'éviter autant que faire se peut le rejet d'appât par les animaux en dehors de la mangeoire.

La quantité d'appâts offerte chaque matin à la même heure est de 50 g pour les rats et de 10 g pour les souris.

Les résidus sont recueillis dans la mangeoire (et éventuellement dans le tiroir des cages) et pesés. Par différence on obtient les chiffres de consommation journalière. Les pesées sont effectuées sur une balance à sensibilité constante et lecture directe, dite " balance automatique ", sensible à moins de 0,5 g. A la mort, le cadavre est pesé puis autopsié pour constater la présence d'hémorragies, ce qui est la présomption d'une mortalité sous l'effet des substances anticoagulantes.

5. EXPRESSION DES RÉSULTATS

On indiquera les résultats pour chacun des lots mis en expérience sous la forme d'une fraction ayant pour dénominateur le nombre d'animaux mis en expérience et pour numérateur le nombre d'animaux morts pendant les 3 semaines de l'expérience.

En outre, on pourra compléter ces chiffres expérimentaux par une interprétation statistique des résultats, notamment en donnant les courbes de mortalité et leurs courbes de régression.

4. EXPERIMENTAL PROCEDURE

The experimental animals should be caged separately two or three days before the real beginning of the experiment. In addition, if wild animals are used, they should have been received at the laboratory at least a month previously. These precautions are to avoid neophobia and other physiological effects resulting from captivity and isolation. A further aim is to try to ensure that all the animals have similar reserves of vitamin K.

The poison baits should be placed in food containers of the type that deter the animals from spilling the bait from them.

The quantity of bait offered each morning at the same time should be 50 g. for rats and 10 g. for mice.

The residues should be collected from the food containers and if necessary from the trays beneath the cages and weighed. From this the daily intake can be calculated. The weighings should be done on a direct reading automatic balance sensitive to less than 0.5 g. Animals that die should be weighed and autopsied ; if haemorrhages are found, anti-coagulant poison may be considered as the cause of death.

5. EXPRESSION OF RESULTS

The results for each batch of animals should be expressed as a fraction, the denominator of which is the number of animals at risk, and the numerator the number of animals that have died during the three weeks of the experiment.

In addition, the results may be treated statistically, giving, for example, mortality curves and their regressions.

Imprimerie
HEMMERLÉ, PETIT et Cie,
4, rue de Damiette, Paris.
6038-2-59.

Publications de l'OEPP

RAPPORTS DES GROUPES DE TRAVAIL ET CONFÉRENCES TECHNIQUES

Mesures de contrôle phytosanitaire. 1951. 16 p.

Séances techniques (1re réunion du Conseil). 1951. 44 p.

Ennemis non encore introduits en Europe. 1951. 12 p.

Ennemis récemment introduits en Europe. 1952. 20 p.

Ennemis des agrumes et des autres cultures méditerranéennes. 1952. 24 p.

Écaille fileuse (Hyphantria cunea) :
- *1re Conf. intern. (Vienne).* 1952. 12 p.
- *2e Conf. intern. (Vienne).* 1952. 24 p.
- *3e Conf. intern. (Vienne).* 1954. 20 p.
- *4e Conf. intern. (Belgrade).* 1957. 36 p.

Conservation des denrées alimentaires en magasin :
- *1er Rapport (Bruxelles).* 1953. 44 p. *
- *2e Rapport (Springforbi).* 1958. 40 p.

Anguillule des racines. 1955. 20 p.

Lutte contre le rat musqué :
- *3e Conf. intern. (Munich).* 1953. 16 p.
- *4e Conf. intern. (Gembloux).* 1955. 20 p.
- *5e Conf. intern. (Luxembourg).* 1957. 16 p.

Mouche méditerranéenne des fruits :
- *1re Conf. intern. (Alger).* 1954. 28 p.
- *2e Conf. intern. (Bonn).* 1957. 68 p.

Maladies transmises par les semences.
- *1er Gr. de travail (cultures tempérées).* 1954. 32 p.
- *2e Gr. de travail (cultures tropicales).* 1959. 20 p.

Réglementation phytosanitaire :
- *1er Rapport (Paris).* 1955. 48 p.
- *2e Rapp. (Rome-Wageningen).* 1957. 28 p.

Pou de San José. 1955. 20 p.

Tristeza et xyloporose. 1956. 28 p.

Laspeyresia molesta, etc. 1958. 16 p.

Mammifères nuisibles. 1959. 76 p.

PLANCHES EN COULEURS : Ennemis non encore signalés ou peu répandus.
*1er STAGE INTERNATIONAL DE PERFECTIONNEMENT PHYTOSANITAIRE (Communications).**

RAPPORTS SUR LA SITUATION EN EUROPE

Doryphore (Leptinotarsa decemlineata) *: 1949, 1950, 1951*, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957.*

Anguillule des racines de la pomme de terre (Heterodera rostochiensis) *: 1953, 1954, 1955, 1956, 1957.*

Rongeurs parasites des cultures : 1953-1954.

Pou de San José (Aspidiotus perniciosus) *: 1953, 1954, 1955, 1956, 1957.*

Maladie verruqueuse de la pomme de terre (Synchytrium endobioticum) *: 1953, 1954, 1955, 1956, 1957.*

Ennemis et maladies des denrées stockées : 1953-54, 1955-57.

VIE DE L'ORGANISATION

Convention du 18 avril 1951 pour l'établissement de l'OEPP. 1955 (2e éd.). 24 p.
Rapports annuels : 1951, 1952, 1953-54, 1954-55, 1955-56, 1956-57, 1957-58.

*** Publié en deux éditions distinctes, française et anglaise. Toutes les autres publications citées sont bilingues.**

EPPO Publications

REPORTS OF TECHNICAL WORKING PARTIES AND CONFERENCES

Quarantine restrictions. 1951. 16 p.

Technical discussions at 1st Council meeting. 1951. 44 p.

Pests and diseases which might be introduced into Europe. 1951. 12 p.

Pests and diseases recently introduced into Europe. 1952. 20 p.

Pests and diseases of citrus and other Mediterranean crops. 1952. 24 p.

Fall webworm (Hyphantria cunea) :
- *1st Intern. Conf. (Vienna).* 1952. 12 p.
- *2nd Intern. Conf. (Vienna).* 1952. 24 p.
- *3rd Intern. Conf. (Vienna).* 1954. 20 p.
- *4th Intern. Conf. (Belgrade).* 1957. 36 p.

Protection of foodstuffs in store :
- *1st Report (Brussels).* 1953. 44 p. *
- *2nd Report (Springforbi).* 1958. 40 p.

Potato root eelworm. 1955. 20 p.

Muskrat control :
- *3rd Intern. Conf. (Munich).* 1953. 16 p.
- *4th Intern. Conf. (Gembloux).* 1955. 20 p.
- *5th Intern. Conf. (Luxembourg).* 1957. 16 p.

Mediterranean fruit fly :
- *1st Intern. Conf. (Algiers).* 1954. 28 p.
- *2nd Intern. Conf. (Bonn).* 1957. 68 p.

Seed-borne diseases. 1954. 32 p.
- *1st Working Party (temperate crops).* 1954. 32 p.
- *2nd Working Party (sub-tropical crops).* 1959. 20 p.

Phytosanitary regulations :
- *1st Report (Paris).* 1955. 48 p.
- *2nd Rep. (Rome-Wageningen).* 1957. 28 p.

San José scale. 1955. 20 p.

Tristeza and xyloporosis. 1956. 28 p.

Oriental fruit moth, etc. 1958. 16 p.

Harmful Mammals. 1959. 76 p.

COLOUR PLATES : Pests and diseases not yet or only locally reported.
*1st INTERNATIONAL REFRESHER COURSE FOR PHYTOSANITARY INSPECTORS (Papers).**

SURVEYS OF THE POSITION IN EUROPE

Colorado beetle (Leptinotarsa decemlineata) *: 1949, 1950, 1951*, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957.*

Potato root eelworm (Heterodera rostochiensis) *: 1953, 1954, 1955, 1956, 1957.*

Field rodents : 1953-1954.

San José scale (Aspidiotus perniciosus) *: 1953, 1954, 1955, 1956, 1957.*

Potato wart disease (Synchytrium endobioticum) *: 1953, 1954, 1955, 1956, 1957.*

Pests and diseases of foodstuffs in store : 1953-54, 1955-57.

ORGANISATION

Convention of April 18, 1951 for the establishment of EPPO. 1955 (2nd ed.). 24 p.
Annual Reports : 1951, 1952, 1953-54, 1954-55, 1955-56, 1956-57, 1957-58.

*** Published in separate English and French editions. All other publications listed are in both languages.**

Prix - Price : 350 FF (5 shillings).